

# Magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke der 380-kV/110-kV-Schaltanlage des Umspannwerks Ganderkesee

Beeinflussung von Personen und technischen Geräten durch Energieversorgungsanlagen

## EMV-Gutachten

Im Auftrag der EPTEC, Hamburger Straße 3, 04129 Leipzig

Vorhabenträgerin ist die TenneT TSO GmbH, Eisenbahnlängsweg 2 a, 31275 Lehrte

Anzahl der Seiten einschließlich Titelseite: 57

A-00426a / 2019

Konstruktion und Prüfung  
Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH  
FGEU  
60, D-10965 Berlin, Tel 786 97 99, Fax 786 63 89  
Dr. rer. nat. Olaf Plotzke  
unabhängiger Sachverständiger für „Elektromagnetische Umweltverträglichkeit - EMVU“

Berlin – 06.12.2019

Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH

Berlin 2019, (C) Copyright FGEU mbH.

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung oder Reproduktion unter Verwendung elektronischer Systeme, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der FGEU mbH.

## Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung .....	4
2. Betriebszustand .....	5
3 Berücksichtigung anderer Feldquellen.....	8
3.1 Niederfrequenzanlagen .....	8
3.2 Ortsfeste Hochfrequenzanlagen.....	12
4. Berechnung der Feldstärken .....	13
5. Auswertung .....	18
5.1 Gewährleistung des Personenschutzes .....	18
5.2 Störungen von EDV-Anlagen .....	19
5.3 Minimierungsvorschrift gemäß § 4 der 26. BImSchV .....	19
6. Gutachterliche Stellungnahme .....	20
Literatur.....	21
Anhang.....	21

## 1. Einleitung

Untersuchungsgegenstand ist die mögliche Beeinträchtigung von Personen (EMVU - elektromagnetische Umweltverträglichkeit) und die Beeinflussung von technischen Geräten (EMV - elektromagnetische Verträglichkeit) in der Umgebung des Umspannwerks Ganderkesee. Die Analyse erfolgte im Auftrag der EPTEC, Hamburger Straße 3, 04129 Leipzig. Die Betrachtung des Umspannwerks Ganderkesee erfolgte für die Erweiterung der 380-kV-Schaltanlage und der 110-kV-Schaltanlage.

Für den Personenschutz an Energieanlagen einer Betriebsfrequenz von 50 Hz und einer Betriebsspannung größer als 1000 V sind seit dem 22.8.2013 die Grenzwerte der 26. Verordnung zum BImSchG [BImSchV 13], mit den „effektiv anzuwendenden“ Beurteilungspegeln von 100  $\mu$ T und 5 kV/m auf Einhaltung zu überprüfen. Die Ermittlung der Feldstärken erfolgte für die Immissionen des Umspannwerkes Ganderkesee bei der jeweils höchsten betrieblichen Anlagenauslastung an expliziten Immissionsorten. Das Gebot der Minimierung der Feldstärken - ausgehend von den Immissionen des Umspannwerkes Ganderkesee - nach 26. BImSchV ist im Erläuterungsbericht A-00426b / 2019 abgehandelt.

Störbeeinflussungen technischer Art treten vor allem an großformatigen, farbigen Datensichtgeräten auf. Die Wahrnehmbarkeitsschwelle ist vom Gerätetyp abhängig und kann schon bei 1  $\mu$ T einsetzen. Felder dieser Größenordnung sind in der Umgebung von Energieversorgungsanlagen und Kabelführungen - wie auch in Büro- und Wohngebäuden - üblich.

In einem früheren EMV-Gutachten vom 07.03.2014 (A-00425 / 2014) wurde das Umspannwerk Ganderkesee bereits untersucht. Gegenüber diesem Gutachten wird das Umspannwerk um die 380-kV-Schaltfelder C08 - C17, die daran angeschlossenen 380-kV-Erdkabel, zwei Kompensationsspulen, das 110-kV-Schaltfeld E12 sowie den Transformator T412 erweitert.

## 2. Betriebszustand

Das Umspannwerk ist in eine 380-kV-Schaltanlage und eine 110-kV-Schaltanlage aufgeteilt. An die 380-kV-Schaltanlage sind Erdkabel und mehrere Freileitungen angeschlossen und zwischen ihnen befinden sich zwei 300-MVA-Transformatoren. Die Konstruktion und die Belastungen des Umspannwerks Ganderkesee wurden aus den Unterlagen und Beschreibungen der EPTEC und der TenneT TSO GmbH entnommen.

Als Belastung wurden die maximalen Ströme (Engpassströme/Nennströme) der einzelnen Schaltfelder und der Sammelschienen angenommen. Beide 300-MVA-Transformatoren wurden dabei zu 100% belastet:

### 380-kV-Schaltanlage:

max. Spannung 420 kV

Sammelschienen (SS1, SS2, SS3):

max. Stromfluss 4885 A

Leitungsschaltfelder (C01, C02):

max. Stromfluss 2400 A

Transformatoren-Schaltfeld (C03, C09):

max. Stromfluss 3150 A

Querkupplungsschaltfeld (C04, C05):

max. Stromfluss 3150 A

Reserveschaltfelder (C06, C14, C16):

max. Stromfluss 0 A (\*Reserve)

Kompensationsspulen-Schaltfeld (C07, C15, C17):

max. Stromfluss 3150 A

Schaltfeld Anlagenquerung (C08):

max. Stromfluss 0 A

**Querkupplungsschaltfelder (C10, C11):**

max. Stromfluss 5000 A

**Kabelschaltfelder (C12, C13):**

max. Stromfluss 2000 A

**110-kV-Schaltanlage:**

max. Spannung 123 kV

**Sammelschienen (SS1, SS2; E12):**

max. Stromfluss 3675 A

**Transformatoren-Schaltfeld (E12):**

max. Stromfluss 2730 A

**Transformatoren & Spulen:****300-MVA-Transformatoren T411, T412:**

max. Spannung 420 / 123 kV

max. Stromfluss 455.8 A (380 kV), 1574 A (110 kV)

**60-MVA-Kompensationsspule an Trafo T411:**

max. Spannung 31 kV

max. Stromfluss 1117.5 A

**120-MVA-Kompensationsspulen (L401, L402, L403):**

max. Spannung 420 kV

max. Stromfluss 182.3 A (380 kV)

**400-kVA-Eigenbedarfstransformator einschließlich 30-kV-Kabel:**

max. Spannung 30 kV / 0.4 kV

max. Stromfluss 7.698 A (30 kV), 577 A (0.4 kV)

Im realen Betrieb ist der tatsächliche Stromfluss häufig erheblich geringer als die angegebenen Maximalwerte welche zur Beurteilung entsprechend der 26. Verordnung zum BImSchG heranzuziehen sind, und unterliegen zeitlichen Schwankungen, die typischerweise 50% der mittleren Tageslast ausmachen.

Die Positionen und Abmessungen der Schaltanlagenfelder stammen aus den Unterlagen und Beschreibungen der EPTEC und der TenneT TSO GmbH.

### 3 Berücksichtigung anderer Feldquellen

Bei der Ermittlung der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte sind alle Immissionen - neben der Immissionen ausgehend vom Umspannwerk Ganderkesee - zu berücksichtigen, die durch andere Niederfrequenzanlagen sowie durch ortsfeste Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, die einer Standortbescheinigung nach der Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder [BEMFV] bedürfen, entstehen.

#### 3.1 Niederfrequenzanlagen

Neben der im Kapitel „Betriebszustand“ aufgeführten Anlagen-Teile des Umspannwerkes Ganderkesee sind nachfolgend weitere niederfrequente Feldquellen im Untersuchungsgebiet für die Ermittlung der Gesamtmission mit einbezogen:

##### 110-kV-Schaltanlage (Avacon):

max. Spannung 123 kV

Sammelschienen (SS1, SS2; E01 bis E11):

max. Stromfluss 3675 A

Umgehungsschiene (US):

max. Stromfluss 3675 A

Leitungsschaltfelder (E01, E02, E05, E06, E08, E09):

max. Stromfluss 800 A

Transformatoren-Schaltfeld (E03):

max. Stromfluss 400 A

Reserverschaltfeld (E04):

max. Stromfluss 0 A (\*Reserve)

Transformatoren-Schaltfeld (E07):

max. Stromfluss 1980 A



Querkupplungsschaltfeld (E10, E11):

max. Stromfluss 3080 A

#### Transformator & Spulen:

31.5-MVA-Transformator T121:

max. Spannung 123 / 22 kV

max. Stromfluss 165 A (110 kV), 827 A (22 kV)

Fixspule L123:

max. Spannung 11.0 kV

max. Stromfluss 217 A

E-Spule L121:

max. Spannung 11.5 kV

max. Stromfluss 630 A

#### Leitungen:

Nachfolgend sind fünf 2-systemige Leitungen aufgelistet, welche an das Umspannwerk angeschlossen sind. Dabei ist jedes System an jeweils ein Schaltfeld des Umspannwerks angeschlossen, jede Leitung ist somit an 2 Schaltfelder angeschlossen:

- 380-kV-Kabeltrasse Ganderkesee - Sankt Hülfe
- 380-kV-Freileitung LH-14-307
- 110-kV-Freileitung LH-14-105 (Delmenhorst/Nord - Ganderkesee)
- 110-kV-Freileitung Hengsterholz
- 110-kV-Freileitung Delmenhorst/Süd

Das 380-kV-Kabel ist ein Bauvorhaben der TenneT TSO GmbH und wird in einem eigenständigen Genehmigungsverfahren abgehandelt. Die 380-kV-Freileitung befindet sich im Bestand, Betreiber ist die TenneT TSO GmbH. Die 110-kV-Freileitungen befinden sich im Bestand, Betreiber ist die Avacon.

Die Betriebsdaten wurden aus den Unterlagen der TenneT TSO GmbH und der E.On Netz GmbH entnommen:

380-kV-Kabeltrasse Ganderkese - Sankt Hülfe:

max. Spannung	420 kV
max. Stromfluss	2 x 2000 A
Trassenabschnitt	0+000 - 0+350 (km+m)
Phasenlage	L1 L2 L3   L1 L2 L3   L1 L2 L3   L1 L2 L3

380-kV-Freileitung LH-14-307:

max. Spannung	420 kV
max. Stromfluss	2 x 2400 A
Mastfelder	Portal - Mast 71
Phasenlage	L3 L2 L1   L1 L2 L3

110-kV-Freileitung LH-14-105:

max. Spannung	123 kV
max. Stromfluss	2 x 506 A
Mastfelder	Portal - Mast 34 - Mast 33 – LH-14-307 Mast 71
Phasenlage	L1 L2 L3   L3 L2 L1

110-kV-Freileitung Hengsterholz:

max. Spannung	123 kV
max. Stromfluss	2 x 800 A
Mastfelder	Portal - erster Mast
Phasenlage	L1 L2 L3   L3 L2 L1

110-kV-Freileitung Delmenhorst/Süd:

max. Spannung	123 kV
max. Stromfluss	2 x 800 A
Mastfelder	Portal - erster Mast
Phasenlage	L1 L2 L3   L3 L2 L1

Für die Maximalwerte bei Strom und Spannung sind der thermisch maximal zulässige Dauerstrom und die maximale Betriebsmittelspannung der jeweiligen Anlage herangezogen.

Im realen Betrieb ist der tatsächliche Stromfluss häufig erheblich geringer als die angegebenen Maximalwerte welche zur Beurteilung entsprechend der 26. Verordnung zum BImSchG heranzuziehen sind, und unterliegen zeitlichen Schwankungen, die typischerweise 50% der mittleren Tageslast ausmachen.

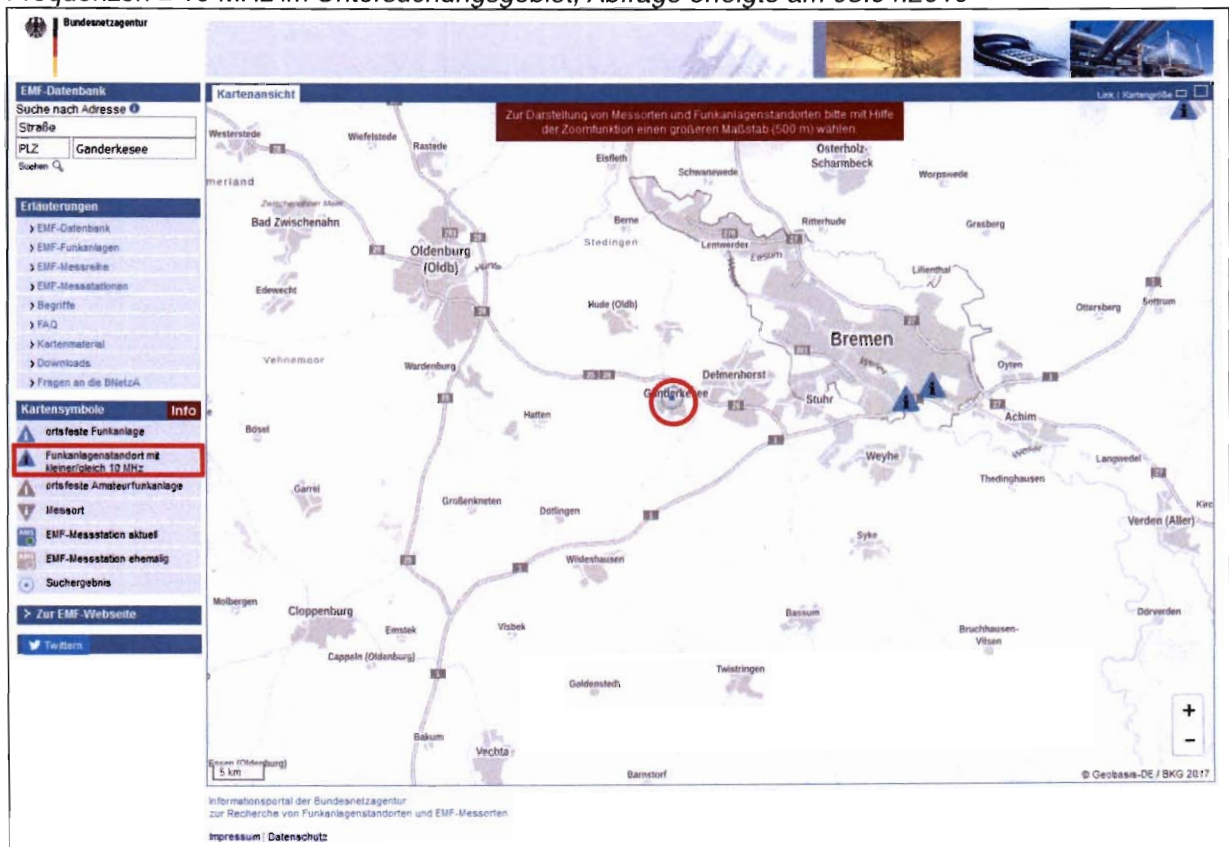
Die Positionen und Abmessungen sowie der Verlauf der Freileitungen und Kabeltrasse stammen aus den Unterlagen und Beschreibungen der TenneT TSO GmbH und der E.On Netz GmbH.

Anhaltspunkte für eine Vor- wie Zusatzbelastung durch weitere niederfrequente Feldquellen im Untersuchungsgebiet, insbesondere der durch Erdkabel und Ortsnetzstationen (Umspannung von Mittel- auf Niederspannung), liegen nicht vor. Immissionen durch Erdkabel und Ortsnetzstationen tragen in der Regel nur an den maßgeblichen Immissionsorten, die zugleich in einem definierten Bereich um diese Niederfrequenzanlage liegen, relevant zur Vorbelastung bei. Für Erdkabel und Ortsnetzstationen ist dieser Bereich mit einem Radius von 1 m um das Kabel bzw. mit einer Breite von 1 m des jeweils an die Einhausung angrenzenden Streifens definiert [LAI 14]. Die untersuchten Immissionsorte liegen außerhalb dieser Bereiche.

### 3.2 Ortsfeste Hochfrequenzanlagen

Laut dem Informationsportal der Bundesnetzagentur zur Recherche von Funkanlagenstandorten befinden sich keine ortsfesten Hochfrequenzanlagen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz im Untersuchungsgebiet. Eine Abfrage der diesbezüglichen EMF-Datenbank ist für die Öffentlichkeit zugänglich und kann unter der Internetadresse <http://emf2.bundesnetzagentur.de/karte/default.aspx> abgerufen werden, siehe nachfolgende Abbildung (roter Rahmen: Funkanlagenstandort mit kleiner/gleich 10 MHz).

Abbildung: Auszug der EMF-Datenbank der Bundesnetzagentur über Funkanlagenstandorte mit Frequenzen  $\leq 10$  MHz im Untersuchungsgebiet, Abfrage erfolgte am 03.04.2019



Anhaltspunkte für eine Vorbelastung durch hochfrequente Feldquellen mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz liegen nicht vor. Immissionen durch Hochfrequenzanlagen tragen ab einem Abstand von 300 m nicht relevant zur Vorbelastung bei. Die nächstliegenden Hochfrequenzanlagen mit entsprechender Frequenz liegen mehr als 15 km östlich des Umspannwerks. Eine Vorbelastungsermittlung für das UW Ganderkesee ist daher entbehrlich [LAI 14].

#### 4. Berechnung der Feldstärken

Die Berechnung der Feldstärken erfolgte auf der Grundlage der technischen Unterlagen der EPTEC und der TenneT TSO GmbH mittels der Software "WinField Release 2020" der FGEU mbH entsprechend DIN EN 50413 (VDE 0848-1, Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren). Als Stromfluss wurde eine maximale Auslastung des Umspannwerks Ganderkesee bei Betriebsspannungen von 420 kV (bei 380 kV Nennspannung), 123 kV (bei 110 kV Nennspannung), 31 kV, 30 kV, 22 kV, 11.5 kV, 11.0 kV und 0.4 kV angesetzt (höchste betriebliche Anlagenauslastung). Im realen Betrieb wird die komplette Anlage jedoch nicht bei maximalem Stromfluss betrieben. Die möglichen Fehler betragen:

- Position: +/- 1 m
- Feldstärke: 5% (gültig für die ungestörten Feldstärken; bei der Berücksichtigung von Gebäuden kann der Fehler der elektrischen Feldstärke wesentlich größer sein. Die Feldstärken im Aufenthaltsbereich von Personen werden jedoch über und nicht unterschätzt.)

Berechnet wurde die magnetische Flussdichte  $B$  [ $\mu\text{T}$ ] und die elektrische Feldstärke  $E$  [ $\text{kV/m}$ ] bei einer Frequenz von 50 Hz auf den Grundstücken und innerhalb der Gebäude in 1 m und 10 m Höhe über dem Erdboden. Die Ergebnisse an den Immissionspunkten der untersuchten Immissionsorte sind im Anhang grafisch dargestellt.

Die maximalen Berechnungswerte betragen:

Immissionsort	auf den Grundstücken (1 m Höhe)			
	magnetische Flussdichte (Effektivwerte)		elektrische Feldstärke (Effektivwerte)	
	nach Erweiterung	vor Erweiterung	nach Erweiterung	vor Erweiterung
IO 01 – Schlutterweg 45	3.0 $\mu$ T	0.2 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 02 – Schlutterweg 37	1.1 $\mu$ T	1.0 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 03 – Brahmsstraße 10	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 04 – Adelheider Straße 23	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 05 – Schlutterweg 50	0.2 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 06 – Schlutterweg 43	1.3 $\mu$ T	1.3 $\mu$ T	0.3 kV/m	0.3 kV/m
IO 07 – Schlutterweg 32	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 08 - geplantes Neubaugebiet (3 Häuser) nahe Tennisplatz	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 09 – Schlutterweg 34	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 10 – Schlutterweg 36	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 11 – Schlutterweg 29A	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m
IO 12 – Wagnerstraße 26	0.2 $\mu$ T	0.2 $\mu$ T	< 0.1 kV/m	< 0.1 kV/m

Immissionsort	innerhalb der Gebäude (1 m Höhe)			
	magnetische Flussdichte (Effektivwerte)		elektrische Feldstärke (Effektivwerte)	
	nach Erweiterung	vor Erweiterung	nach Erweiterung	vor Erweiterung
IO 01 – Schlutterweg 45	0.9 $\mu\text{T}$	0.2 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 02 – Schlutterweg 37	0.2 $\mu\text{T}$	0.3 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 03 – Brahmsstraße 10	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 04 – Adelheider Straße 23	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 05 – Schlutterweg 50	0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 06 – Schlutterweg 43	0.4 $\mu\text{T}$	0.2 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 07 – Schlutterweg 32	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 08 - geplantes Neubaugebiet (3 Häuser) nahe Tennisplatz	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 09 – Schlutterweg 34	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 10 – Schlutterweg 36	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 11 – Schlutterweg 29A	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 12 – Wagnerstraße 26	0.2 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m

Immissionsort	innerhalb der Gebäude (10 m Höhe)			
	magnetische Flussdichte (Effektivwerte)		elektrische Feldstärke (Effektivwerte)	
	nach Erweiterung	vor Erweiterung	nach Erweiterung	vor Erweiterung
IO 01 – Schlutterweg 45	0.9 $\mu\text{T}$	0.2 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 02 – Schlutterweg 37	0.2 $\mu\text{T}$	0.3 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 03 – Brahmsstraße 10	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 04 – Adelheider Straße 23	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 05 – Schlutterweg 50	0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 06 – Schlutterweg 43	0.5 $\mu\text{T}$	0.2 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 07 – Schlutterweg 32	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 08 - geplantes Neubaugebiet (3 Häuser) nahe Tennisplatz	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 09 – Schlutterweg 34	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 10 – Schlutterweg 36	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 11 – Schlutterweg 29A	< 0.1 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m
IO 12 – Wagnerstraße 26	0.2 $\mu\text{T}$	< 0.1 $\mu\text{T}$	0 kV/m	0 kV/m

Es sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die elektrische Feldstärke ist weitgehend unabhängig von der Übertragungsleistung. Der Durchhang der Leiterseile ist abhängig von der Seiltemperatur, der durch Belastung und Umgebungstemperatur beeinflusst wird. Durch geringere Temperatur der Leiterseile nimmt der Durchhang ab. Die Folge ist eine etwas geringere Bodenfeldstärke.



- Der Einfluss der Vegetation auf dem Grundstück wurde nicht berücksichtigt. In der Praxis wird die elektrische Feldstärke hierdurch erheblich reduziert. Im günstigsten Fall bis fast auf Null - direkt unter Bäumen ist die Feldstärke praktisch Null.
- Die elektrische Feldstärke innerhalb von Gebäuden ist vernachlässigbar, da die Außenwände das elektrische Feld abschirmen. In den Berechnungen eventuell sichtbare Anteile innerhalb von Gebäuden sind auf die Modellnachbildung sowie die Position des Vertikalschnittes zurückzuführen.
- Die magnetische Flussdichte ist proportional zum Stromfluss. Bei geringerer Auslastung ist diese linear zu reduzieren.
- Die magnetische Flussdichte durchdringt Gebäude ungestört und ist praktisch nicht abschirmbar.
- Die maximale magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden tritt unter dem Dachfirst auf, wo voraussichtlich nicht der ständige Aufenthaltsbereich von Personen sein wird.
- Das Auftreten anderer Frequenzen als 50 Hz ist vernachlässigbar. Dies trifft auch auf Oberwellenanteile zu.
- Vorbelastung durch andere, einschließlich hochfrequente, Feldquellen, welche entsprechend der novellierten 26. BImSchV zu berücksichtigen sind, liegen nicht vor.
- Hochfrequente Feldquellen mit einer Frequenz von mehr als 10 MHz, wie zum Beispiel Mobilfunkmasten, sind entsprechend der 26. BImSchV nicht als Vorbelastung zu berücksichtigen, weil hochfrequente Felder mit mehr als 10 MHz Frequenz nicht summarisch mit Niederfrequenzfeldern wirken.

## 5. Auswertung

### 5.1 Gewährleistung des Personenschutzes

Die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken sind im folgenden den Richtwertempfehlungen der ICNIRP [ICNIRP 98] (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) im Expositionsbereich 2 (Langzeitexposition > 8 Stunden) gegenübergestellt:

	max. berechnete Feldstärken (Effektivwerte)		ICNIRP Richtwert E2 26. BImSchV (Effektivwerte)
	nach Erweiterung	vor Erweiterung	
B [ $\mu\text{T}$ ]	3.0	1.3	100
E [kV/m]	0.3	0.3	5

(Anmerkung: Geltungsbereich der Richtwerte ist 50 Hz)

Diese Richtwerte, die bereits den Vorsorgeaspekt berücksichtigen, wurden in Deutschland am 1.1.97 per 26. Verordnung zum BImSchG als gesetzlich bindende Grenzwerte festgeschrieben. Seit dem 22.08.2013 ist die Novellierung der 26. BImSchV gesetzlich bindend, welche auf den im Jahre 2010 überarbeiteten ICNIRP-Empfehlungen [ICNIRP 10] basiert. Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der novellierten 26. BImSchV sind für 50 Hz mit 100  $\mu\text{T}$  und 5 kV/m gleich geblieben und werden unterschritten. Aus Sicht des Personenschutzes sind insofern keine Maßnahmen erforderlich. Eine Beeinträchtigung der Gesundheit oder gar Gefährdung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen. Auch eine mittelbare Gefährdung durch Einwirkung der Felder auf elektronische Lebenshilfen, wie z.B. Herzschrittmacher, ist nicht zu erwarten.

In Gebäuden ist die elektrische Feldstärke praktisch Null. Die berechnete magnetische Flussdichte sinkt auf 1 m Höhe über dem Erdboden auf 3.0  $\mu\text{T}$ . Felder dieser Größenordnung können durchaus auch in Bürogebäuden oder Wohnungen angetroffen werden, die nicht im Einzugsbereich von Umspannwerken liegen.

Insbesondere sind die Feldstärken in Industriebetrieben oder in der Umgebung von Elektrogeräten häufig erheblich höher.

Da die Thematik "Elektrosmog" in der Presse kontrovers diskutiert wird, ist jedoch nicht gänzlich auszuschließen, dass Umspannwerke in bestimmten Personenkreisen als störend wahrgenommen wird. Dies ist vorwiegend auf ein Informationsdefizit zurückzuführen, da die Feldstärken die Grenzwerte unterschreiten. Mit einer Senkung der Grenzwerte ist derzeit nicht zu rechnen, da diese von offiziellen Stellen ausdrücklich bestätigt wurden.

## **5.2 Störungen von EDV-Anlagen**

Die maximal zu erwartenden magnetischen Flussdichten von  $\leq 3.0 \mu\text{T}$  liegen im Bereich wo Bildstörungen von Datensichtgeräten hervorgerufen werden können ( $>1 \mu\text{T}$ ). Störungen können ebenfalls an empfindlichen Forschungsanlagen, Tonstudioeinrichtungen oder Hörgeräten auftreten. Falls eine Nutzung derartiger Geräte geplant ist, sind die entsprechenden Störschwellen beim Hersteller zu erfragen. Derartig niedrige Störschwellen beruhen auf dem Funktionsprinzip hochempfindlicher technischer Geräte. Eine Reaktion dieser Geräte ist aber keinesfalls mit dem Auftreten von Gesundheitsbeeinträchtigungen gleichzusetzen.

## **5.3 Minimierungsvorschrift gemäß § 4 der 26. BImSchV**

Gemäß 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Diese Minimierungsvorschrift wird im Erläuterungsbericht A-00426b / 2019 abgehandelt.

## 6. Gutachterliche Stellungnahme

Wie im Kapitel "Auswertung" ausführlich dargelegt wurde, sind aus der Sicht des Personenschutzes entsprechend 26. BImSchV keine Maßnahmen erforderlich. Dem geplanten Bauvorhaben ist deshalb hinsichtlich der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit ausdrücklich Zustimmung zu erteilen. Eine Beeinträchtigung der Gesundheit oder gar Gefährdung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen.

Für eine gewerbliche Nutzung sind die im Kapitel "Auswertung" dargelegten Hinweise zu beachten.

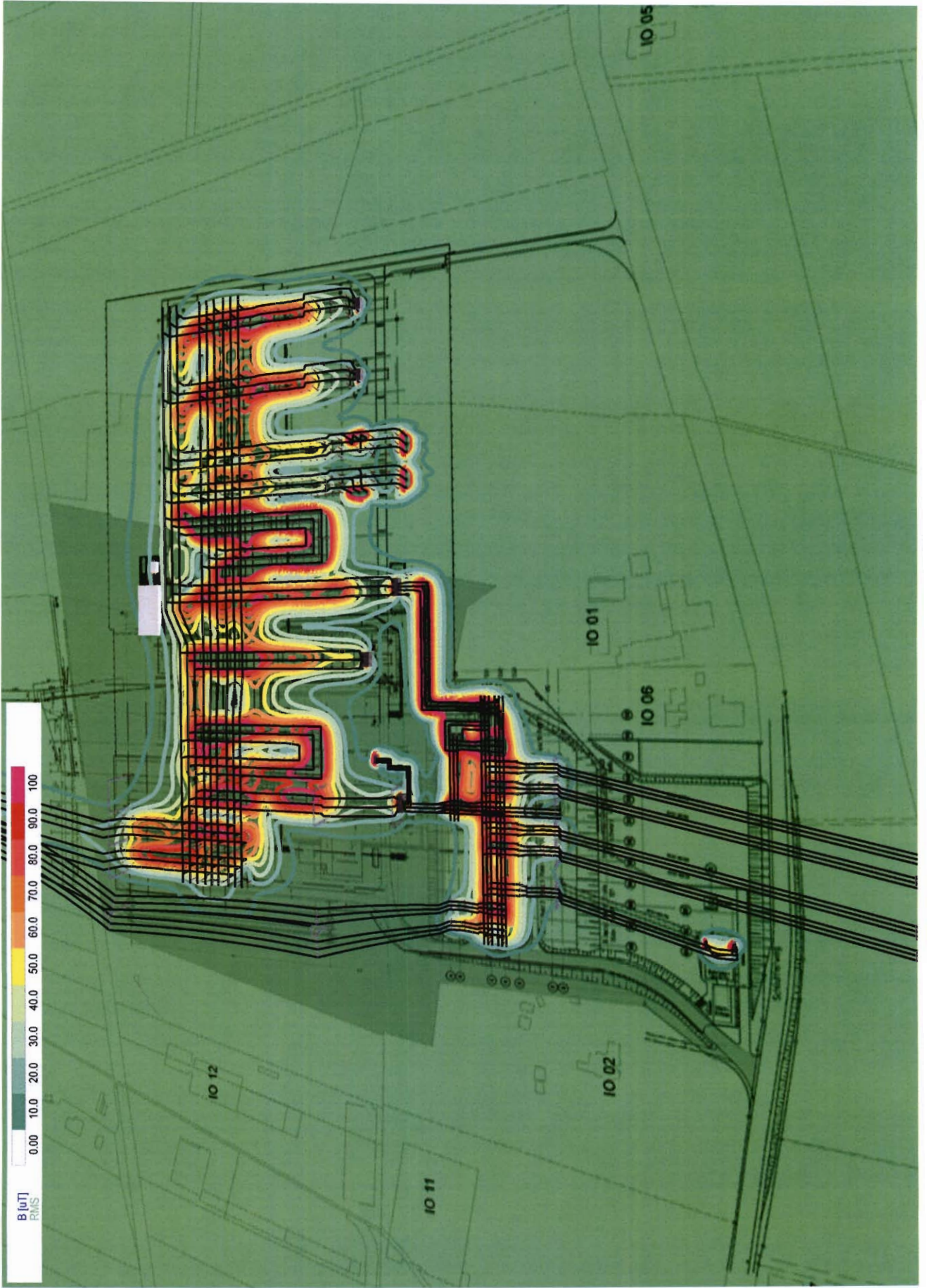
## Literatur

- [LAI 14] **Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder** in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014
- [ICNIRP 98] **ICNIRP Guidelines, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)**. Health Physics, V74 No. 4, (April 1998).
- [ICNIRP 10] **ICNIRP Guidelines, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)**. Health Physics, V99 No. 6, (Dezember 2010).
- [BlmSchV 96] **Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundesgesetzesblatt, Jahrgang 1996, Teil 1, Nr. 66, (Dezember 1996).
- [BlmSchV 13] **Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BlmSchV)**, Bundesgesetzesblatt, Jahrgang 2013, Teil 1, Nr. 50, (August 2013).
- [BEMFV] **Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder (BEMFV)** vom 20.08.2002

## Anhang

1. 3D-Ansicht des Umspannwerks Ganderkesee
2. Darstellung der Nachbildung aus Einzelelementen
3. Magnetische Flussdichte B [ $\mu\text{T}$ ] und elektrische Feldstärke E [kV/m] des Umspannwerks Ganderkesee in 1 m Höhe über dem Erdboden
4. Magnetische Flussdichte B [ $\mu\text{T}$ ] und elektrische Feldstärke E [kV/m] an den Immissionsorten in 1 m und 10 m Höhe über dem Erdboden
5. Technische Unterlagen

## **3-D-Ansichten des Umspannwerkes Ganderkesee**



# **Darstellung der Nachbildung aus Einzelelementen**

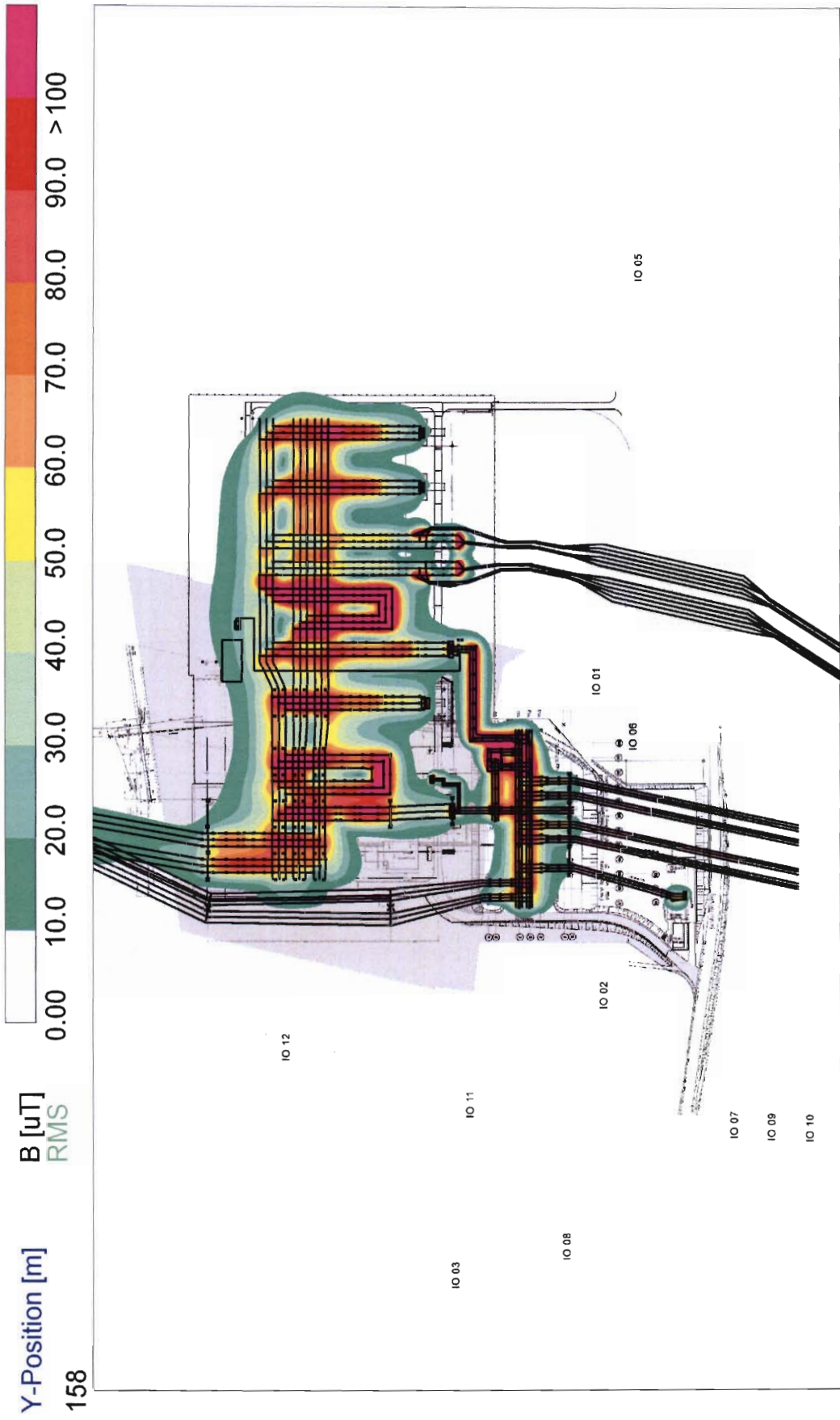




## **Magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke in 1 m Höhe über dem Erdboden (Übersicht)**

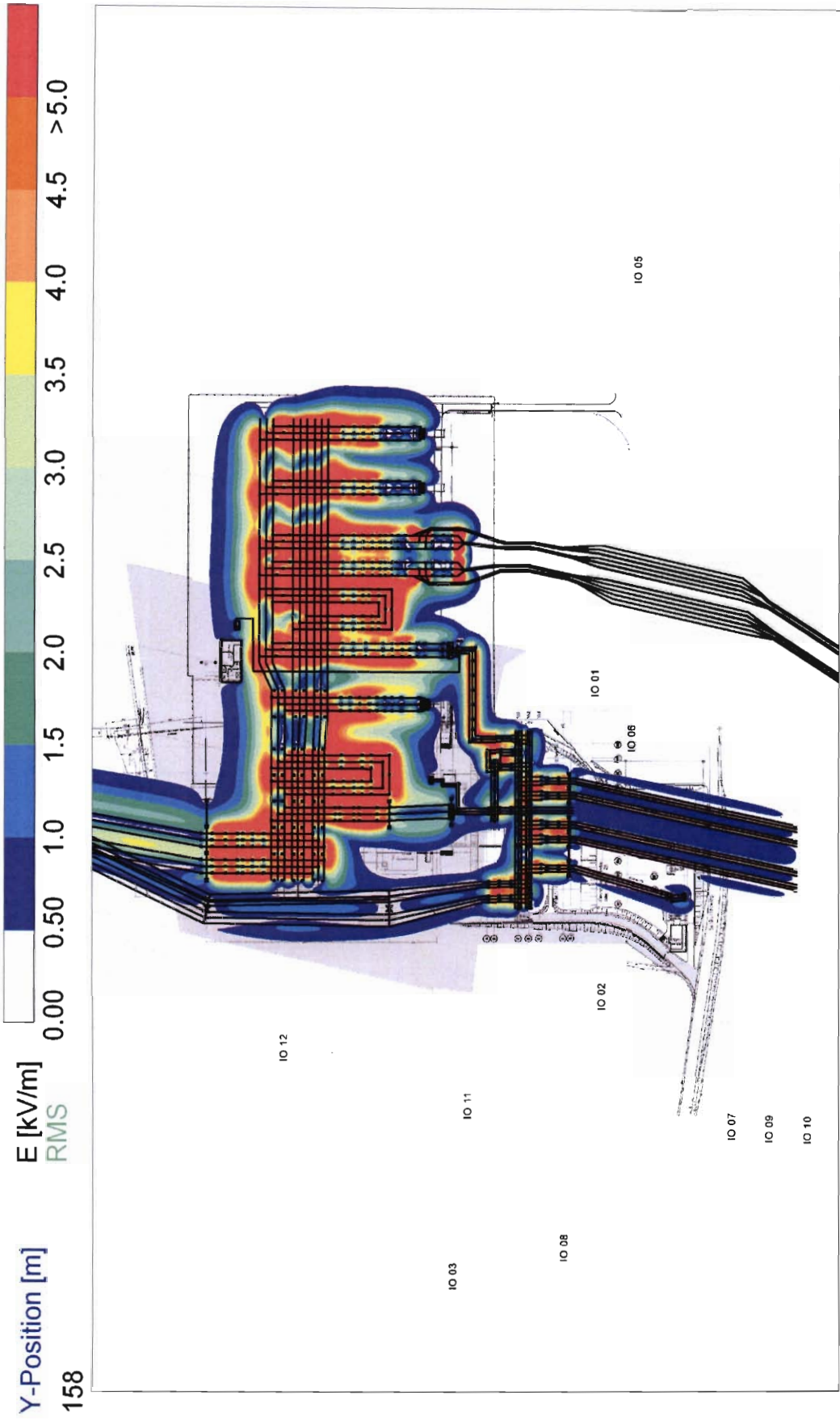
# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



# UW Ganderkesee: elektrische Feldstärke in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



-348  
-350

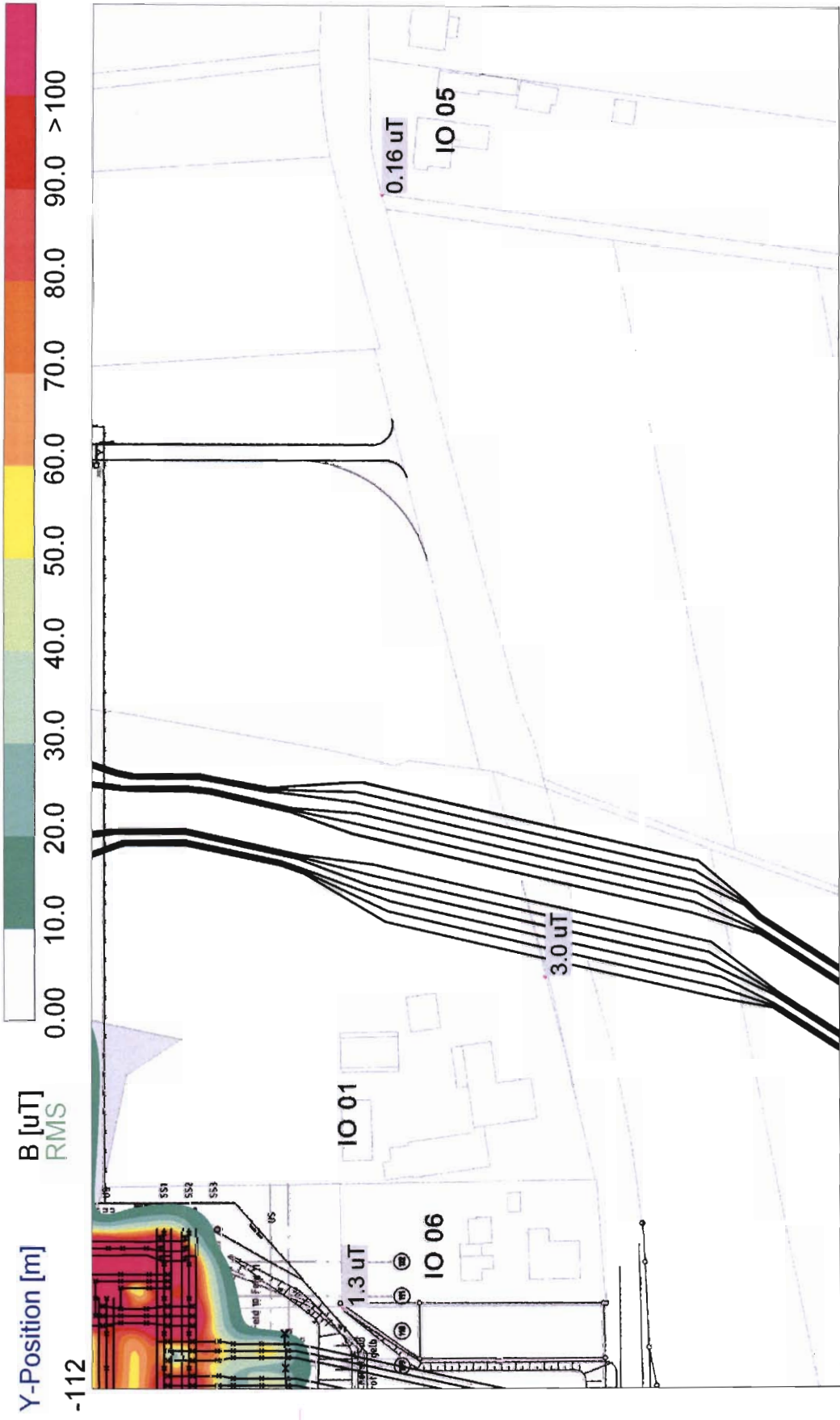
Z [m] = 1.000      f [Hz] = 50

## **Magnetische Flussdichte in 1 m Höhe über dem Erdboden (6 Einzelansichten)**

- 1. Maximalwerte auf den Grundstücken (IO 01, IO 05 und IO 06), dargestellt ist außerdem das Erdkabel und Teile der 110-kV-Schaltanlage**
- 2. Maximalwerte innerhalb von Gebäuden (IO 01, IO 05 und IO 06), dargestellt ist außerdem das Erdkabel und Teile der 110-kV-Schaltanlage**
- 3. Maximalwerte auf den Grundstücken (IO 02 bis IO 04 sowie IO 07 bis IO 11), dargestellt ist außerdem die 110-kV-Schaltanlage**
- 4. Maximalwerte innerhalb von Gebäuden (IO 02 bis IO 04 sowie IO 07 bis IO 11), dargestellt ist außerdem die 110-kV-Schaltanlage**
- 5. Maximalwerte auf dem Grundstück (IO 12), dargestellt ist außerdem ein Teil der 380-kV-Schaltanlage und die 110-kV-Freileitung LH-14-105**
- 6. Maximalwerte innerhalb des Gebäudes (IO 12), dargestellt ist außerdem ein Teil der 380-kV-Schaltanlage und die 110-kV-Freileitung LH-14-105**

# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



-323  
56

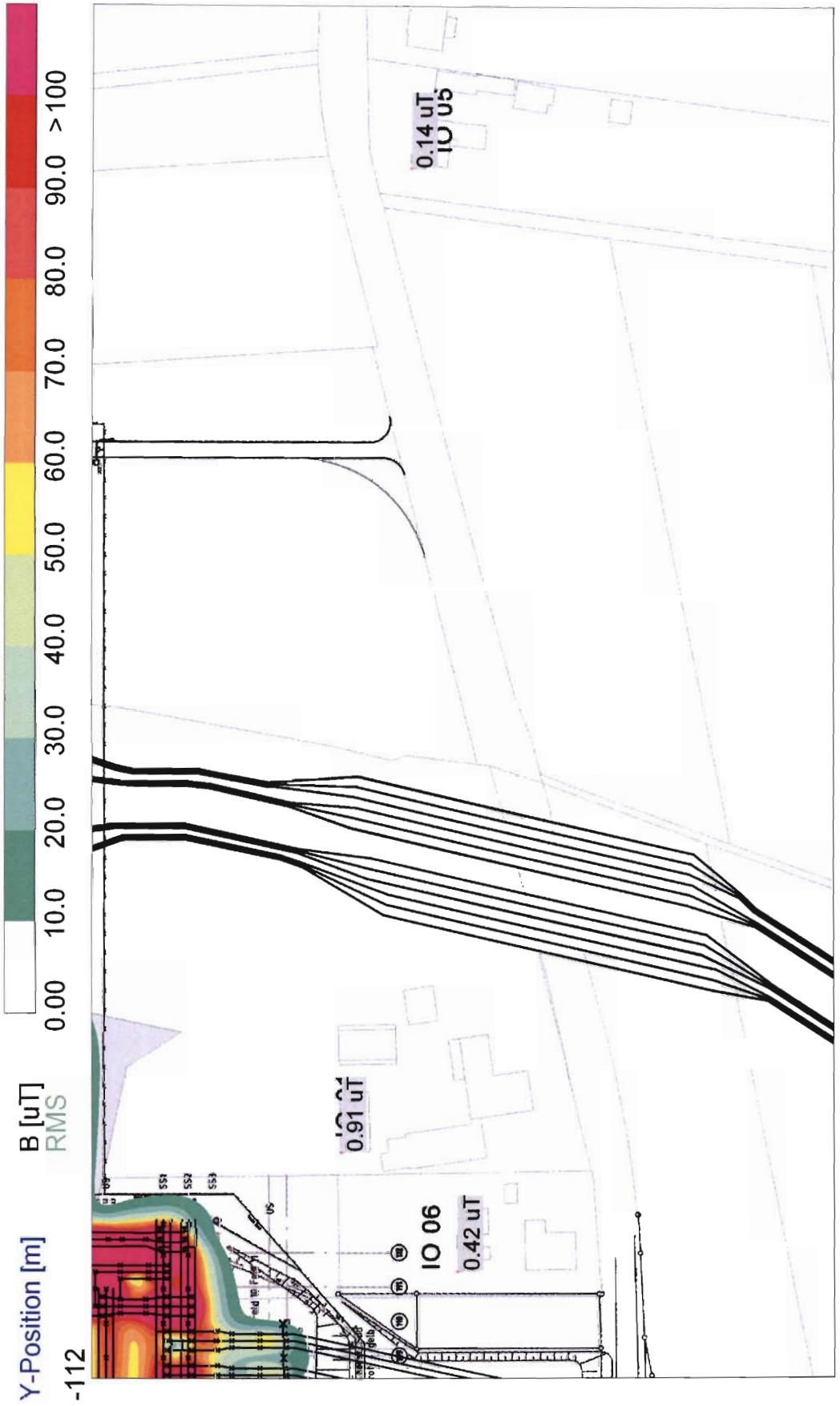
X-Position [m]

451

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



-323  
56

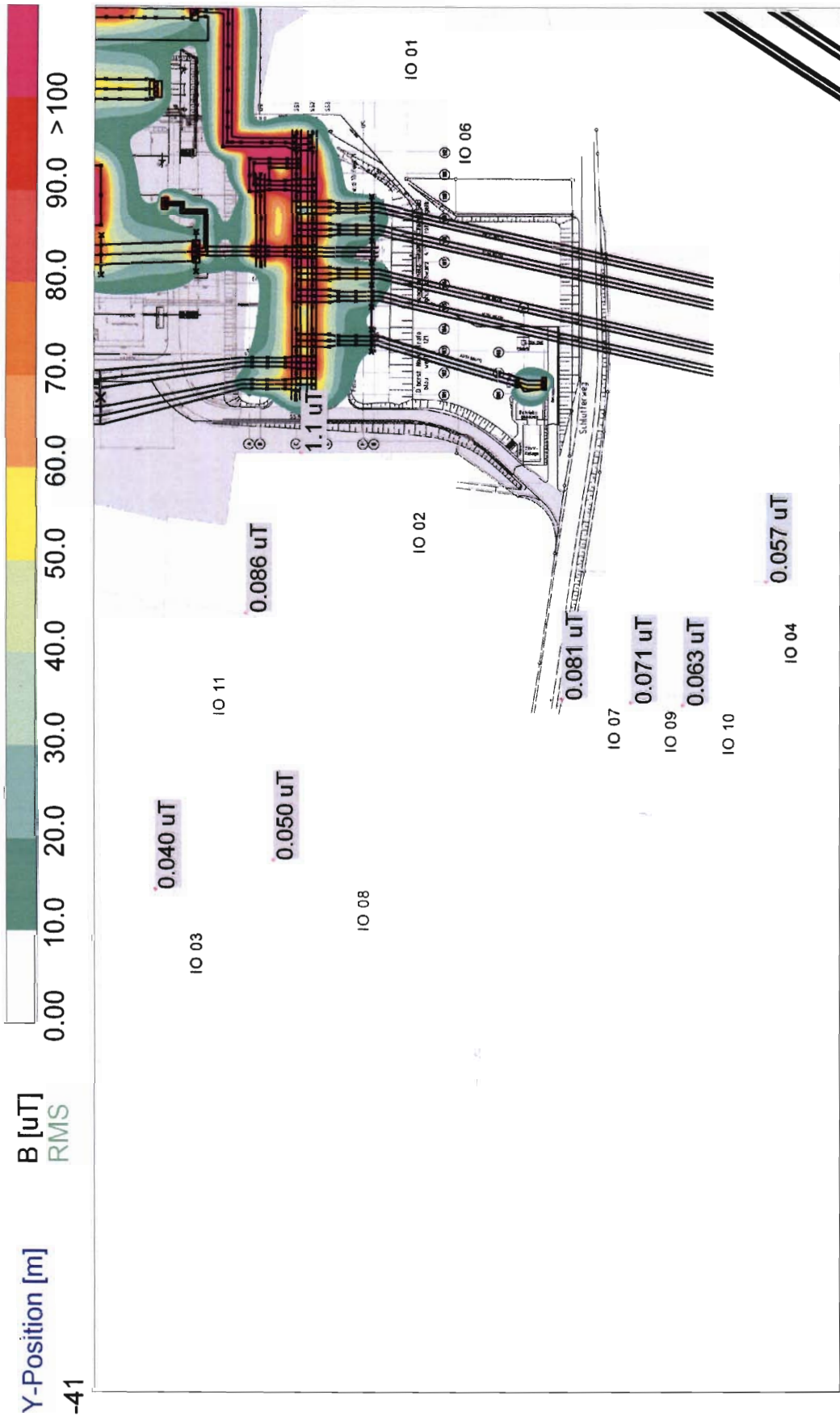
X-Position [m]

451

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



-377  
-470

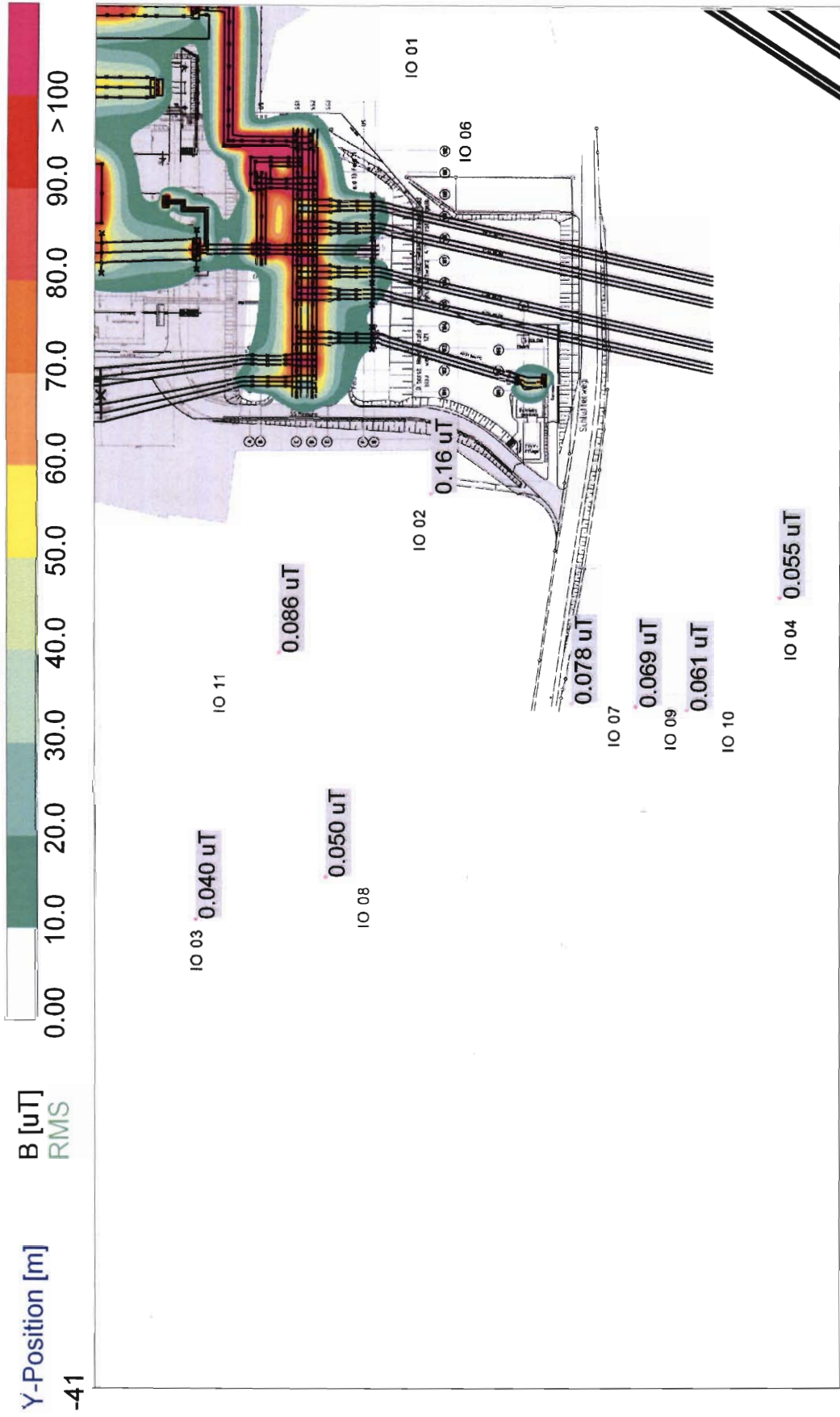
X-Position [m]

Z [m] = 1.000    f [Hz] = 50



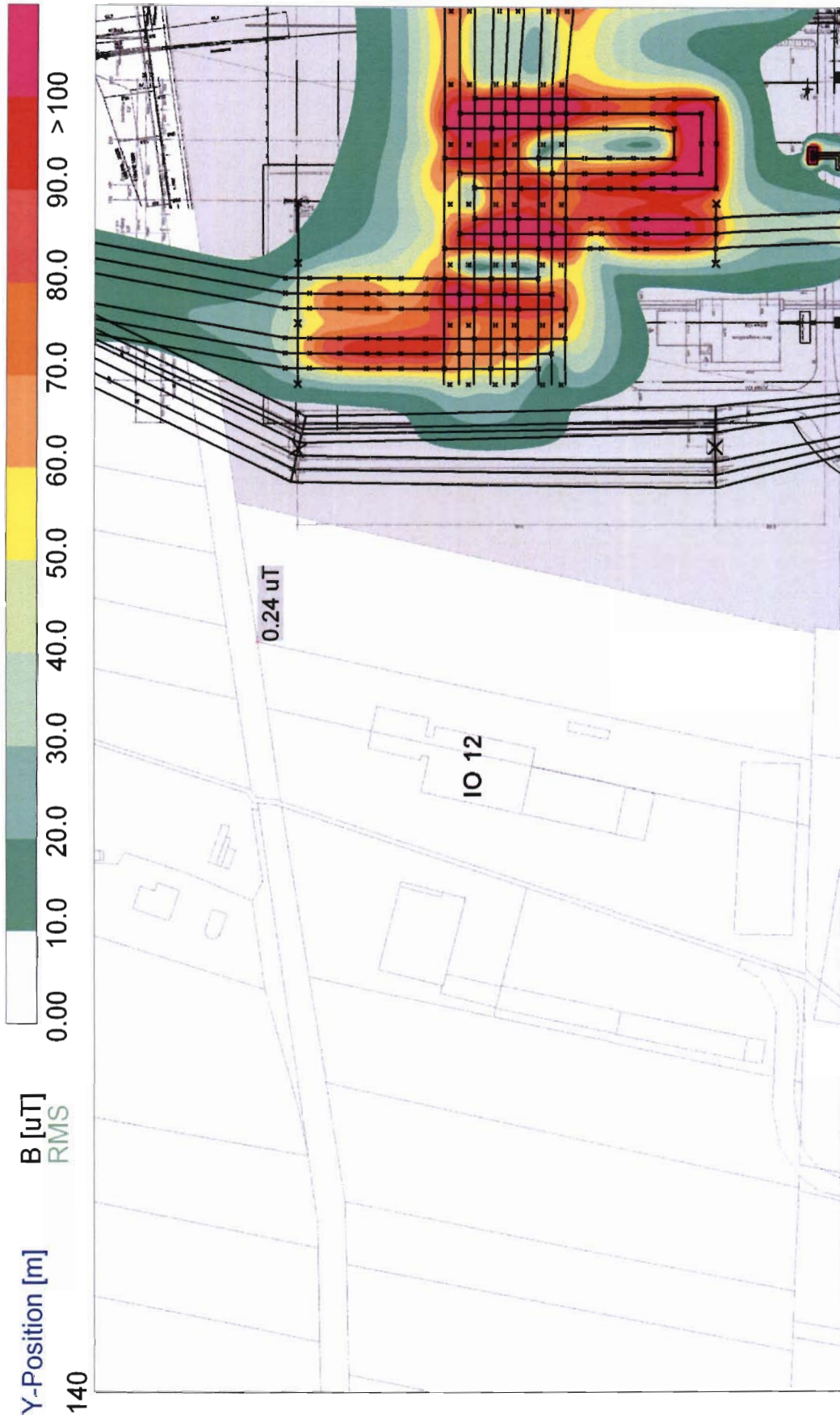
# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



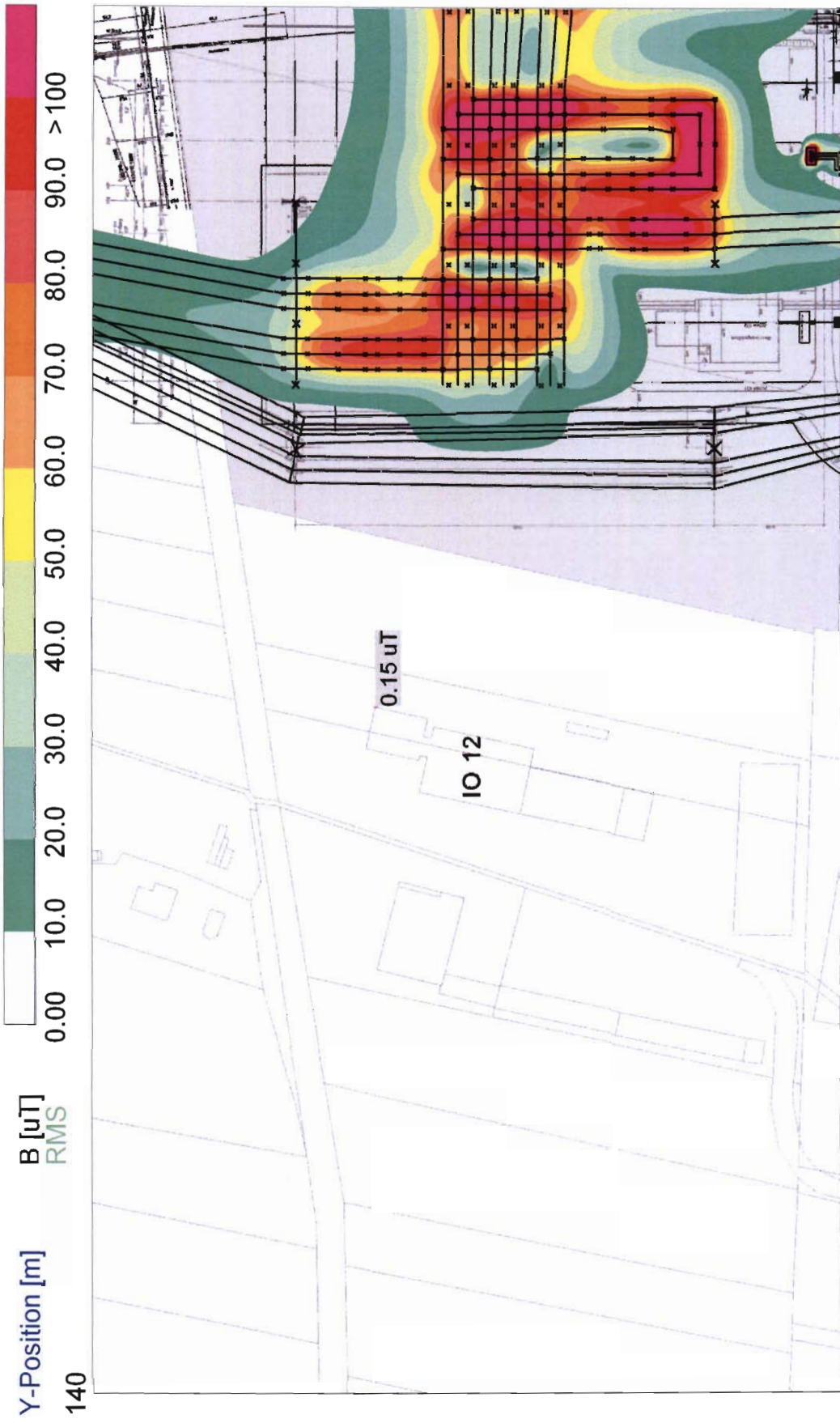
# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



-82  
-302

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

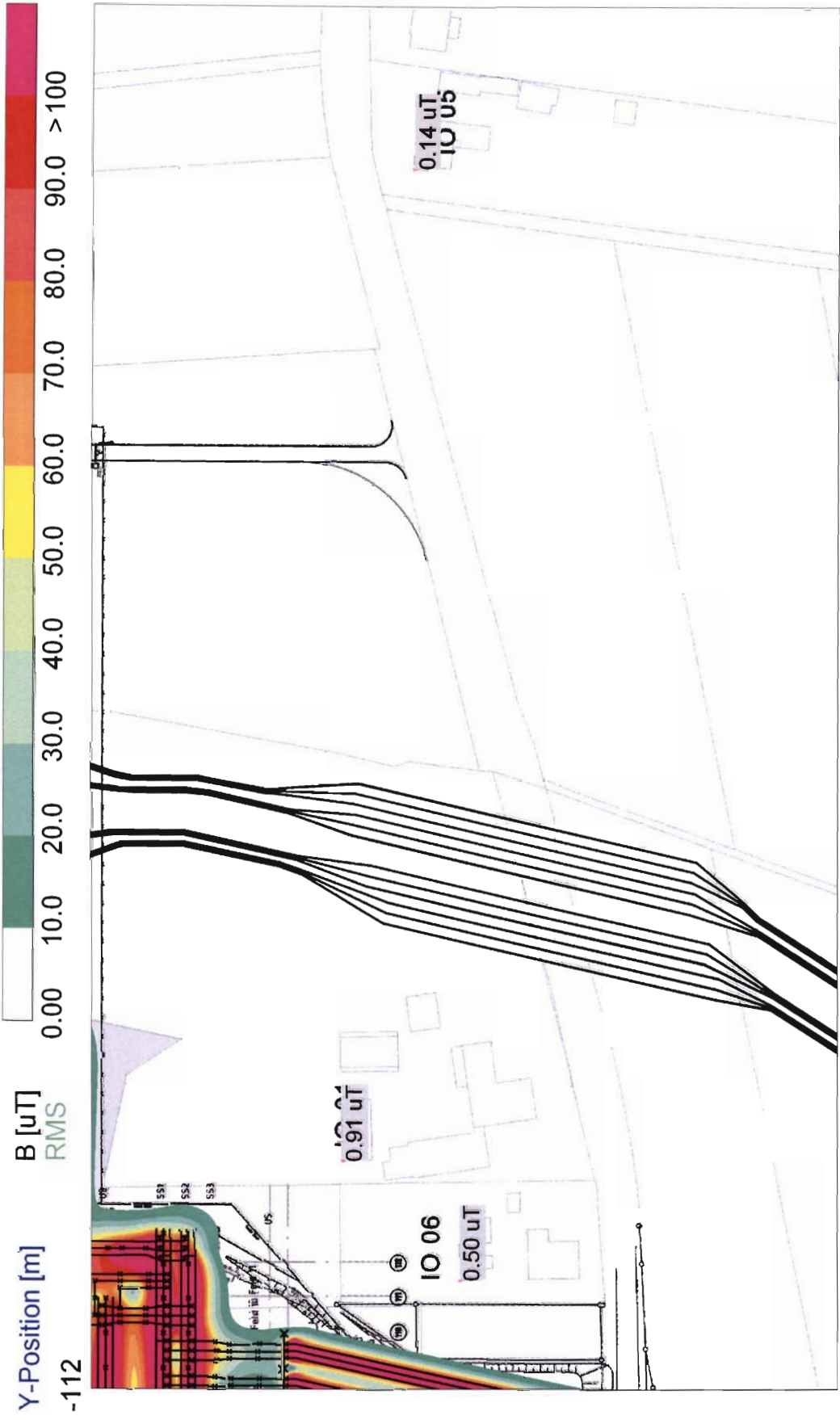
113

## **Magnetische Flussdichte in 10 m Höhe über dem Erdboden (3 Einzelansichten)**

- 1. Maximalwerte innerhalb von Gebäuden (IO 01, IO 05 und IO 06), dargestellt ist außerdem das Erdkabel und Teile der 110-kV-Schaltanlage**
- 2. Maximalwerte innerhalb von Gebäuden (IO 02 bis IO 04 sowie IO 07 bis IO 11), dargestellt ist außerdem die 110-kV-Schaltanlage**
- 3. Maximalwerte innerhalb des Gebäudes (IO 12), dargestellt ist außerdem ein Teil der 380-kV-Schaltanlage und die 110-kV-Freileitung LH-14-105**

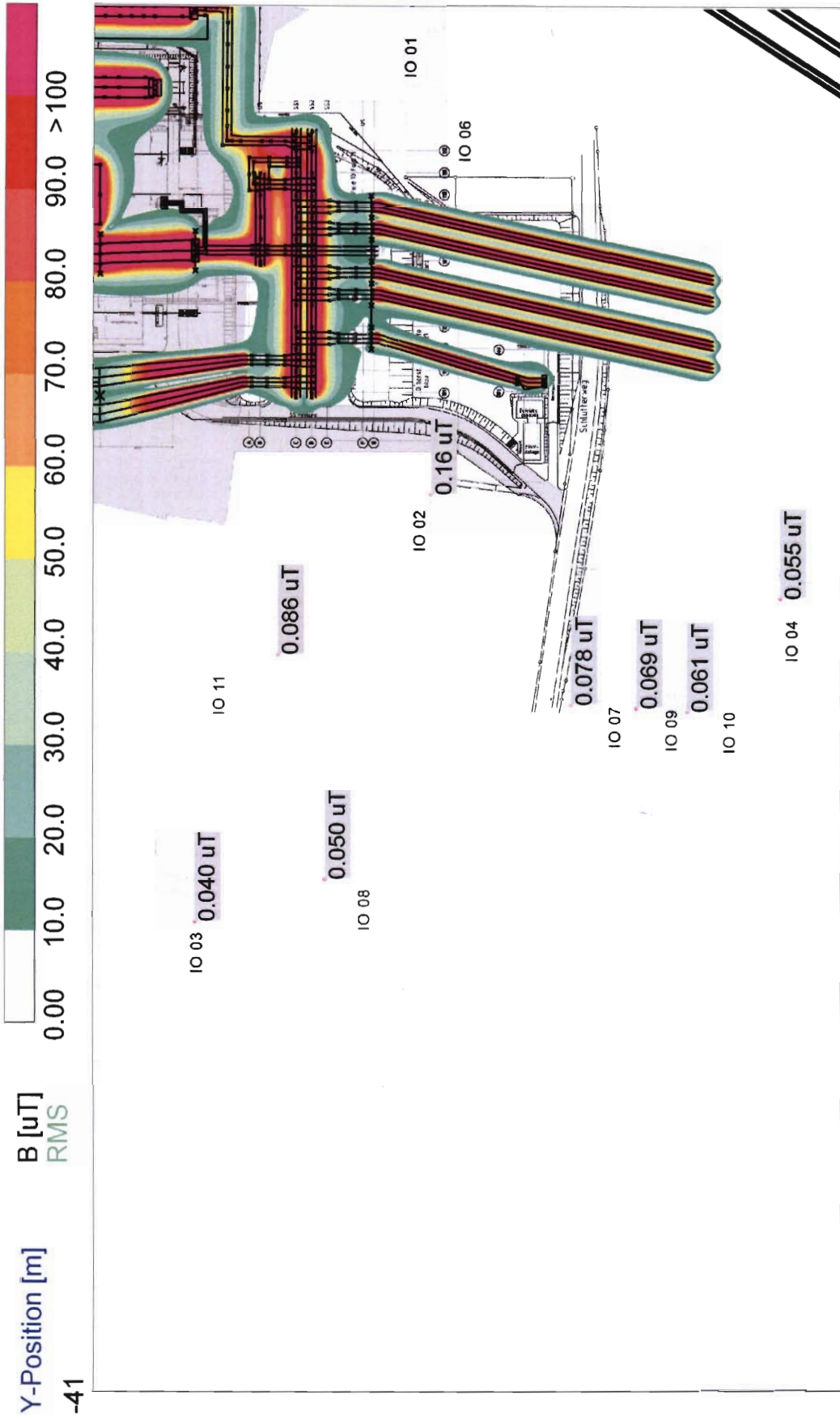
# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 10 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



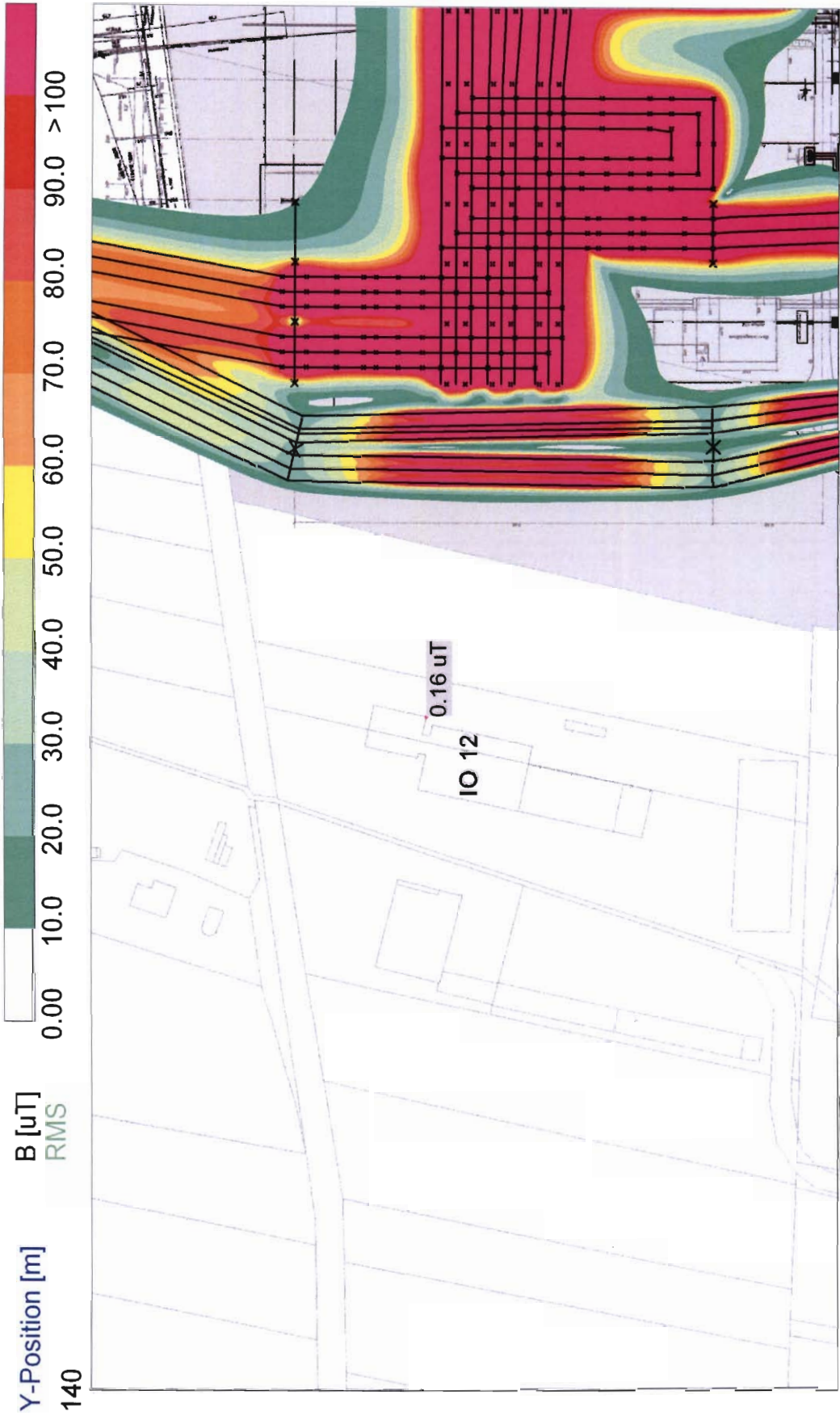
# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 10 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



# UW Ganderkesee: magnetische Flussdichte in 10 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



-82  
-302

X-Position [m]

113

Z [m] = 10.000 f [Hz] = 50

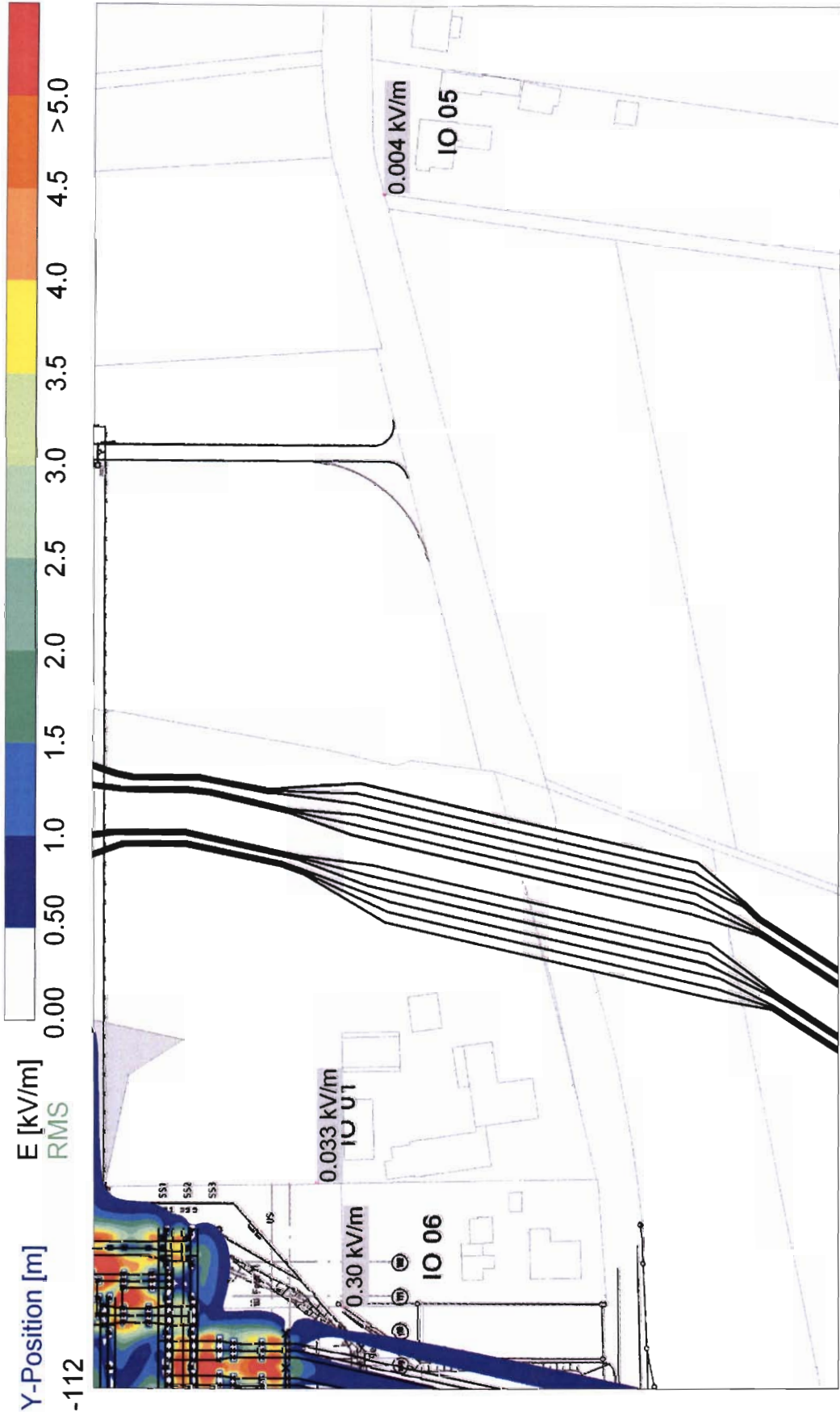
## **Elektrische Feldstärke in 1 m Höhe über dem Erdboden (3 Einzelansichten)**

- 1. Maximalwerte auf den Grundstücken (IO 01, IO 05 und IO 06), dargestellt ist außerdem das Erdkabel und Teile der 110-kV-Schaltanlage**
- 2. Maximalwerte auf den Grundstücken (IO 02 bis IO 04 sowie IO 07 bis IO 11), dargestellt ist außerdem die 110-kV-Schaltanlage**
- 3. Maximalwerte auf dem Grundstück (IO 12), dargestellt ist außerdem ein Teil der 380-kV-Schaltanlage und die 110-kV-Freileitung LH-14-105**



# UW Ganderkese: elektrische Feldstärke in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



-323  
56

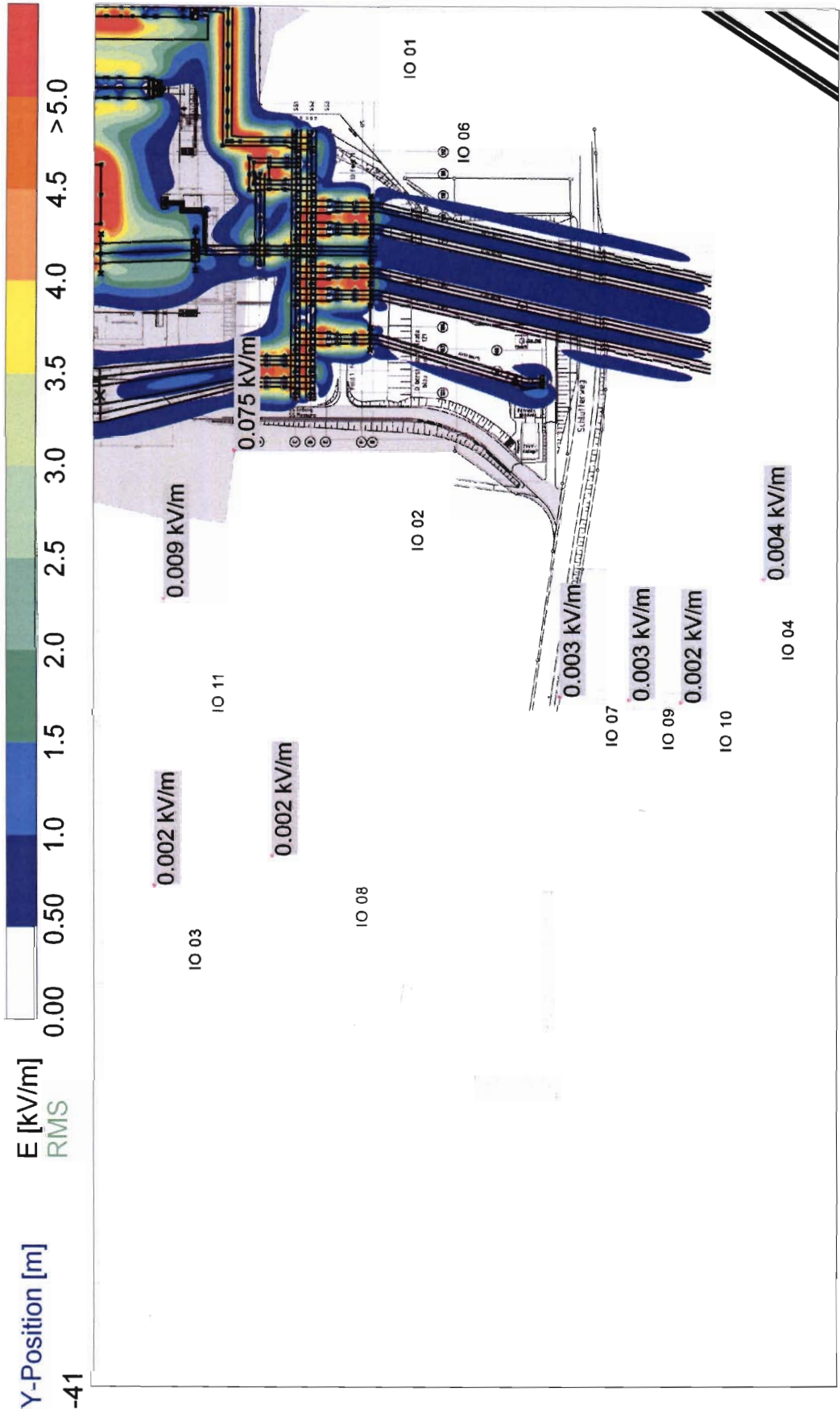
X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

451

# UW Ganderkese: elektrische Feldstärke in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



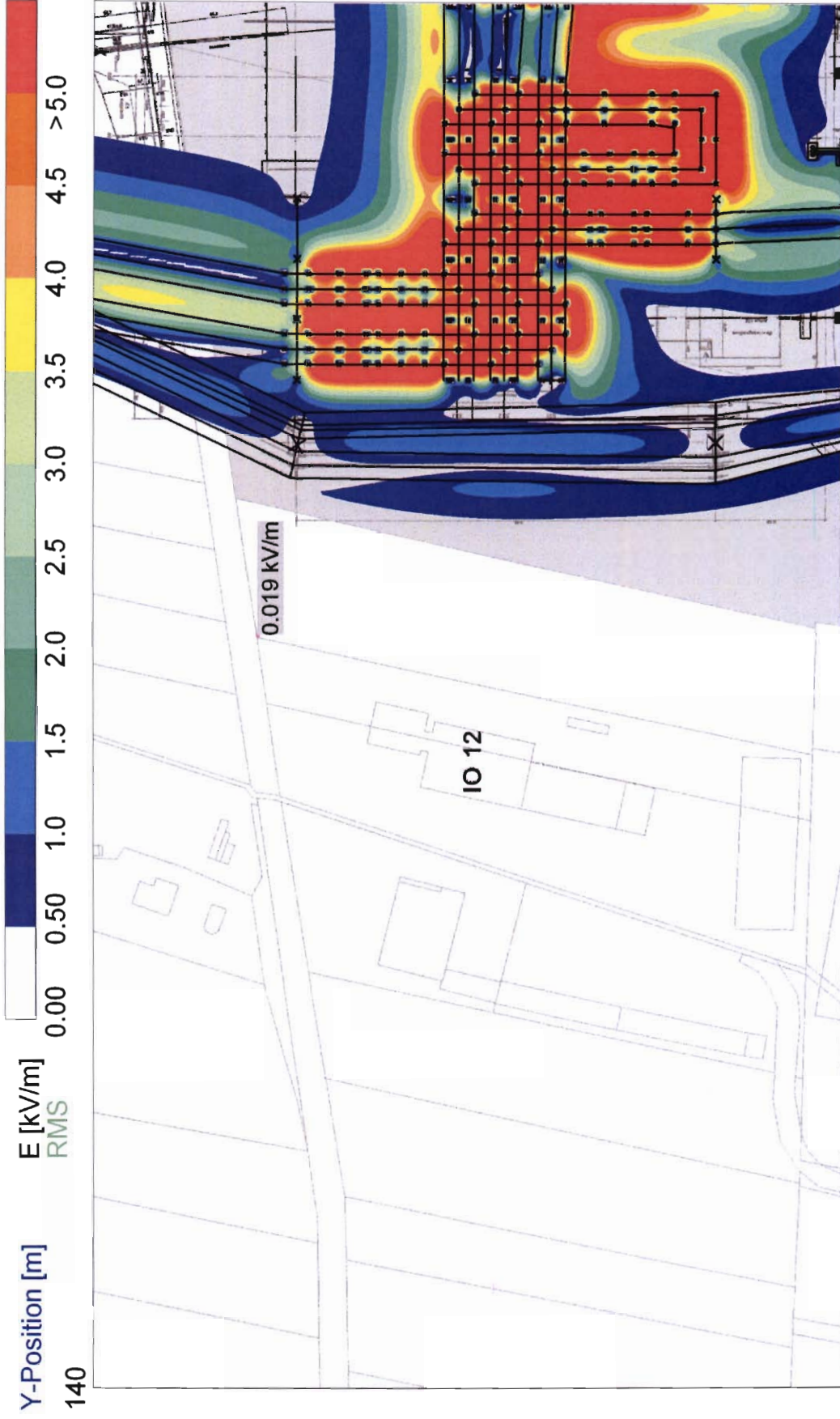
-377  
-470

X-Position [m]

Z [m] = 1.000    f [Hz] = 50

# UW Ganderkesee: elektrische Feldstärke in 1 m über dem Erdboden

Anlagenauslastung siehe Kapitel "Betriebszustand" und "Berücksichtigung anderer Feldquellen"



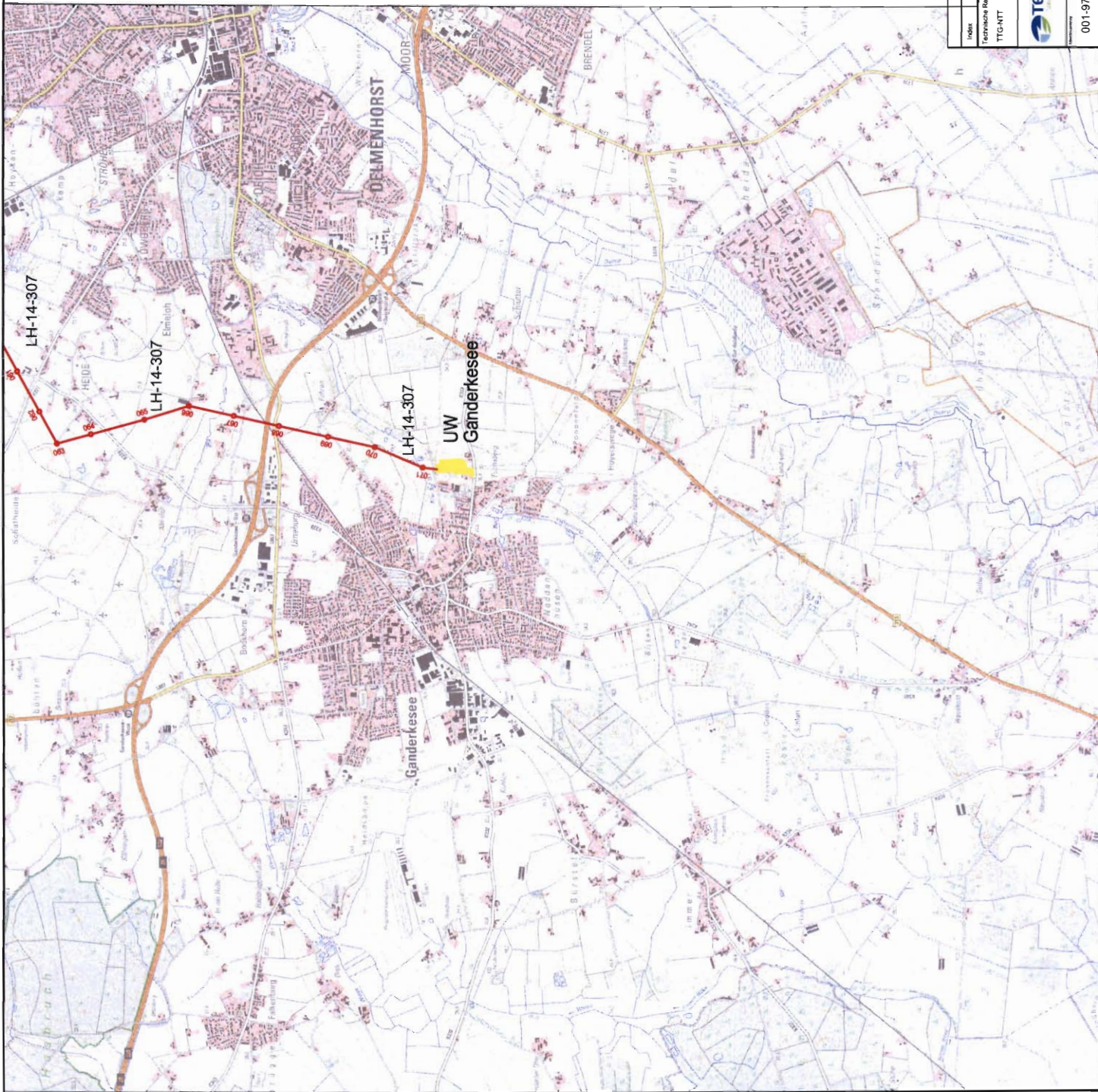
-82  
-302

X-Position [m]

Z [m] = 1.000 f [Hz] = 50

113

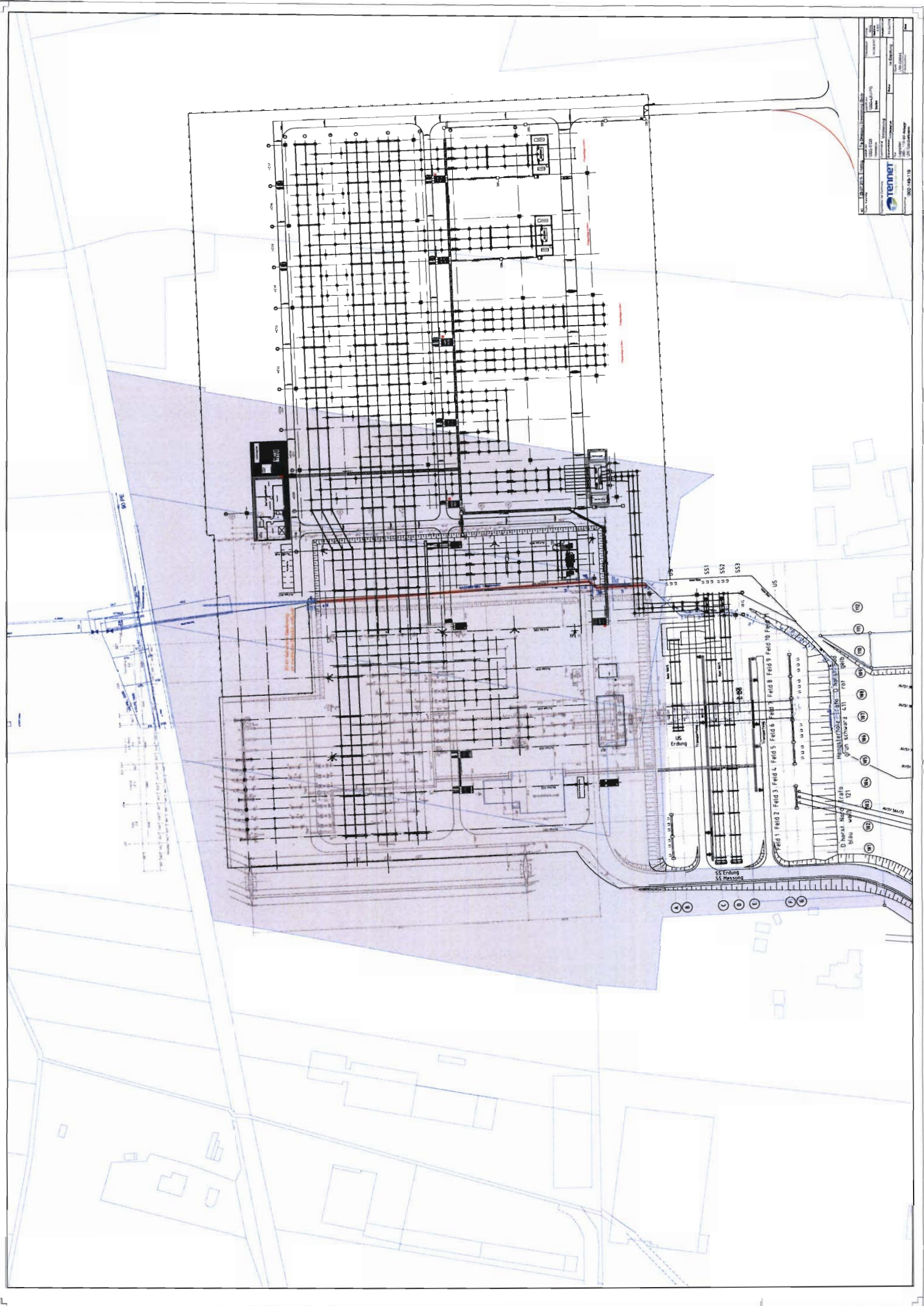
# **Technische Unterlagen**

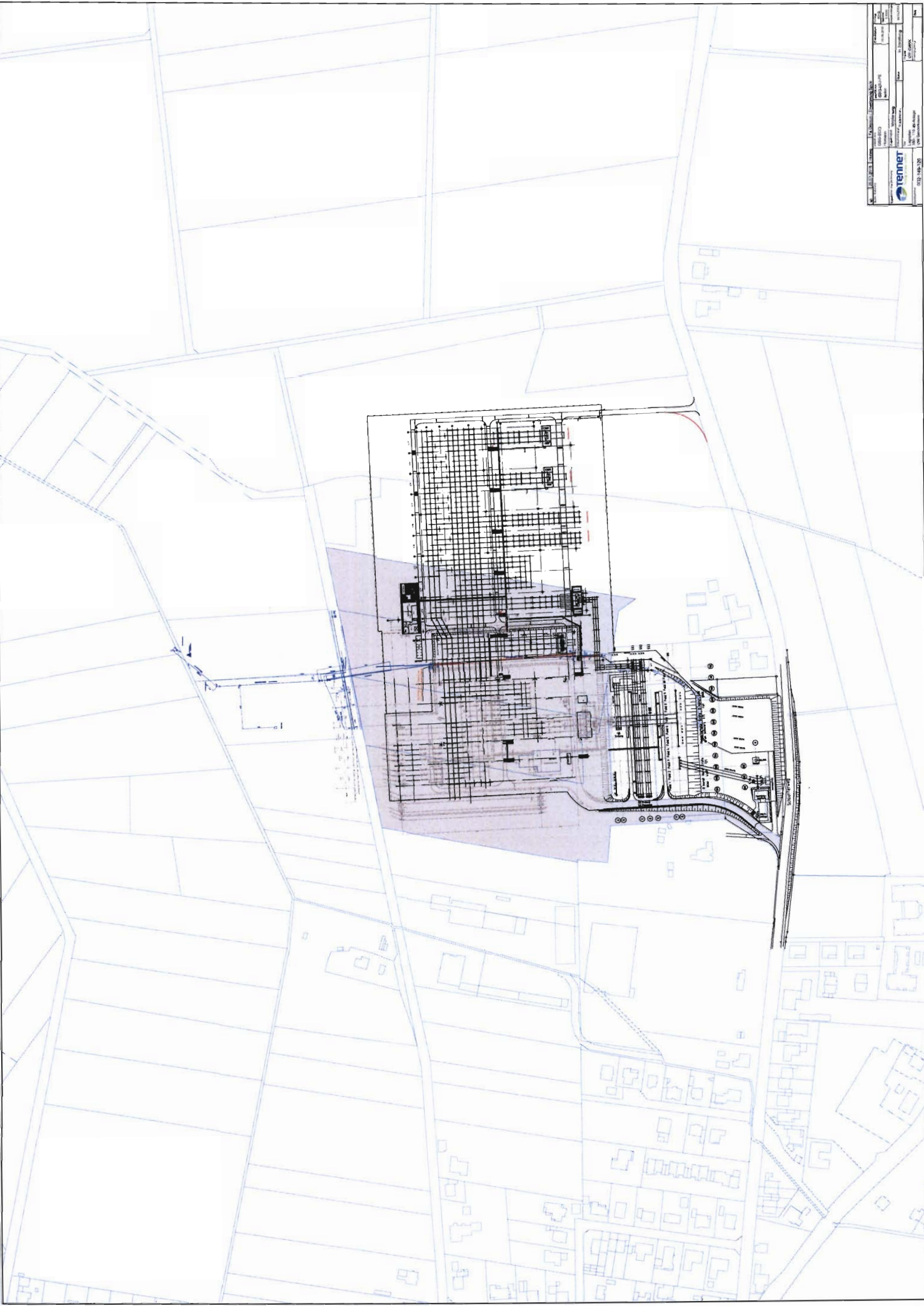


# Legende

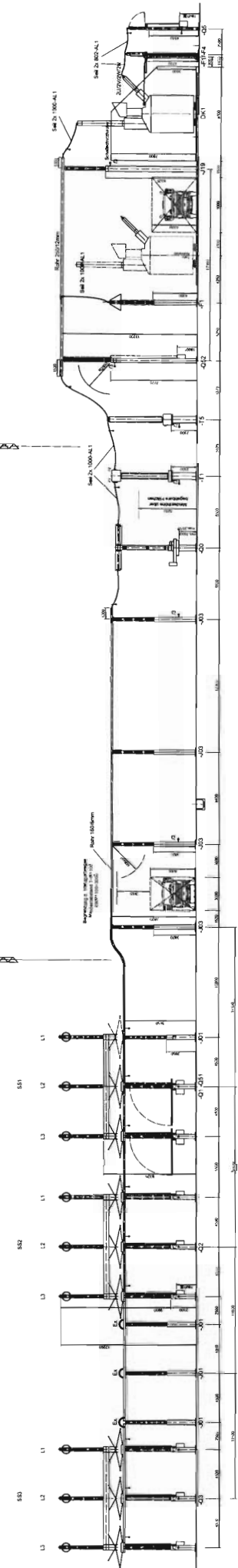
- Abspannmast
- Tragmast
- 380 kV Leitung
- 220 kV Leitung
- 110 kV Leitung
- Onshore Kabel/Trassen
- ▭ Umspannwerk

Index	Rev.-Datum	Gez.	Änderung	Datum	Form	Zähler
Technische Nr. / Firma	TTG/NTT	TTG/NTT	Geändert von	26.10.2013	A2-Q	Zähler
				Erstellungsdatum	Maßstab	Blatt
					1:25000	
				Objektname: Topografische Karte D TK25 - Tenne T Zeichnung:		
001-974-614				Blatt: LA2 Zeichnung:		
22.06.22 ETRS 1989 UTM Zona 32N				Projektion:		

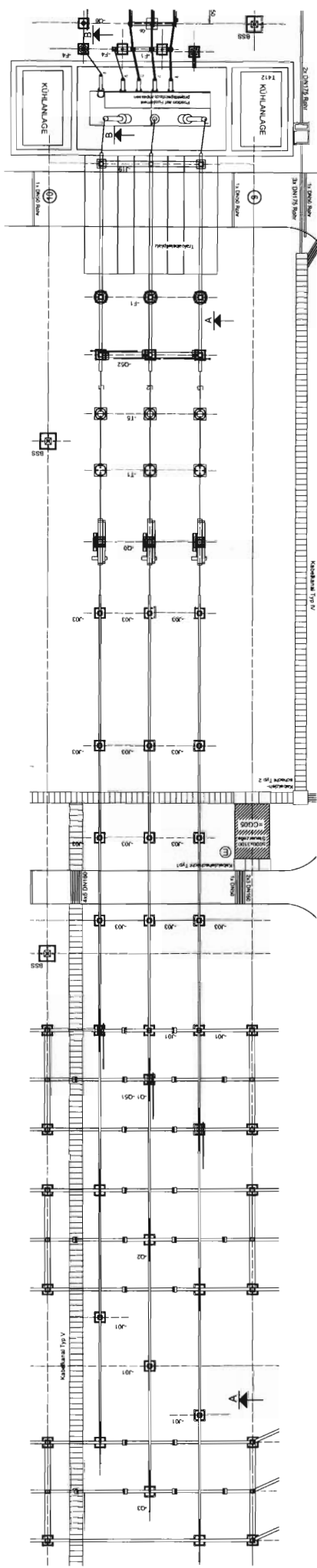




Schnitt A-A



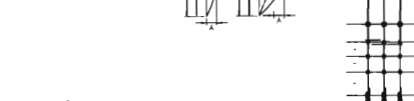
S10, S12, S14, S16, S18, S20, S22, S24, S26, S28, S30, S32, S34, S36, S38, S40, S42, S44, S46, S48, S50, S52, S54, S56, S58, S60, S62, S64, S66, S68, S70, S72, S74, S76, S78, S80, S82, S84, S86, S88, S90, S92, S94, S96, S98, S100



**Schnitt A-A: Wand, Stütz- & Brüstung**  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>s</sub> = 200kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>e</sub> = 400kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>f</sub> = 100kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>p</sub> = 200kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>r</sub> = 400kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>s</sub> = 200kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>e</sub> = 400kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>f</sub> = 100kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>p</sub> = 200kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>r</sub> = 400kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>s</sub> = 200kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>e</sub> = 400kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>f</sub> = 100kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>p</sub> = 200kV  
 - Stütz- & Brüstung: U<sub>r</sub> = 400kV

**Wandstruktur**  
 - E: Estrich  
 - L: Bauteil  
 - R: Bauteil mit Anker  
 - S: Bauteil mit Anker  
 - T: Bauteil mit Anker  
 - U: Bauteil mit Anker  
 - V: Bauteil mit Anker  
 - W: Bauteil mit Anker  
 - X: Bauteil mit Anker  
 - Y: Bauteil mit Anker  
 - Z: Bauteil mit Anker

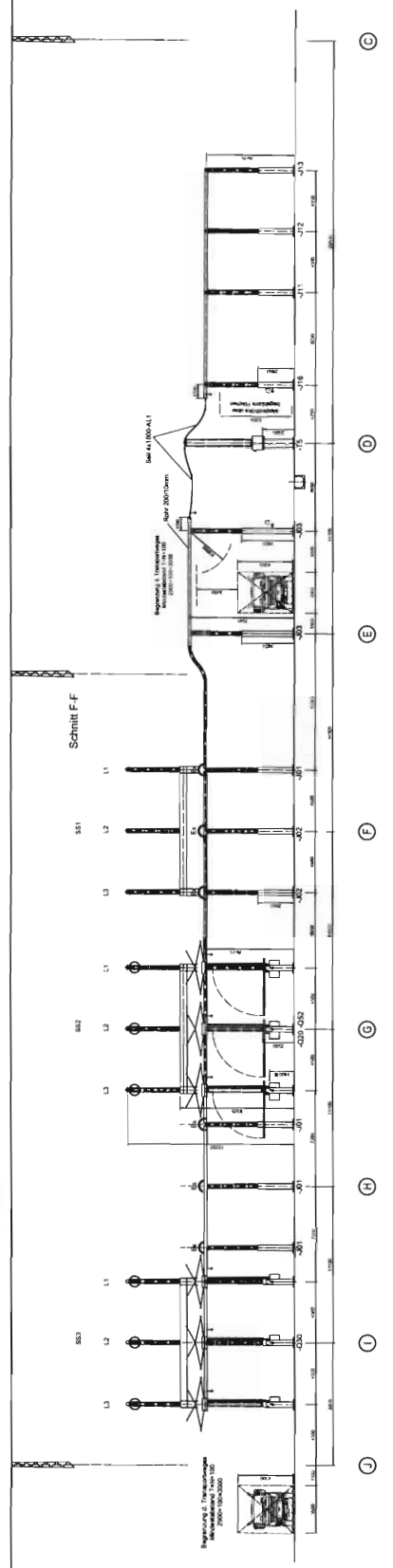
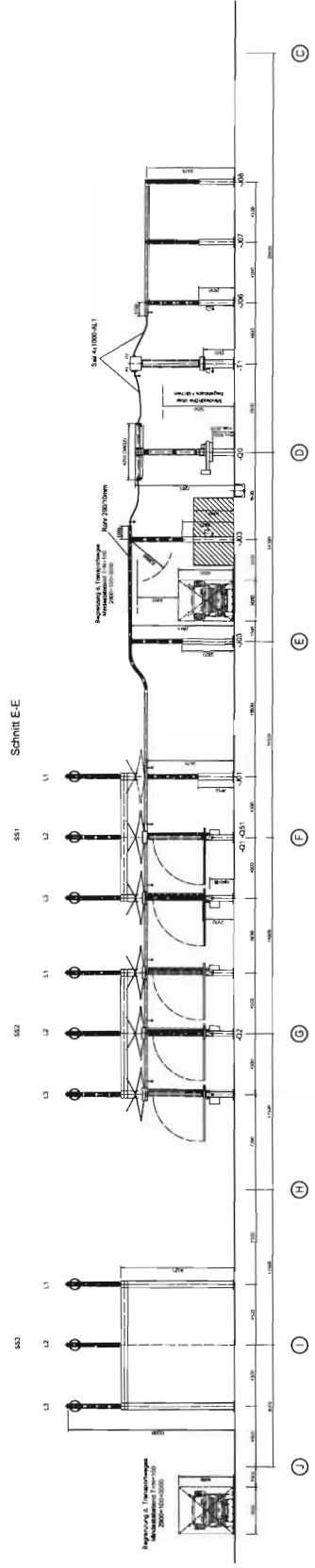
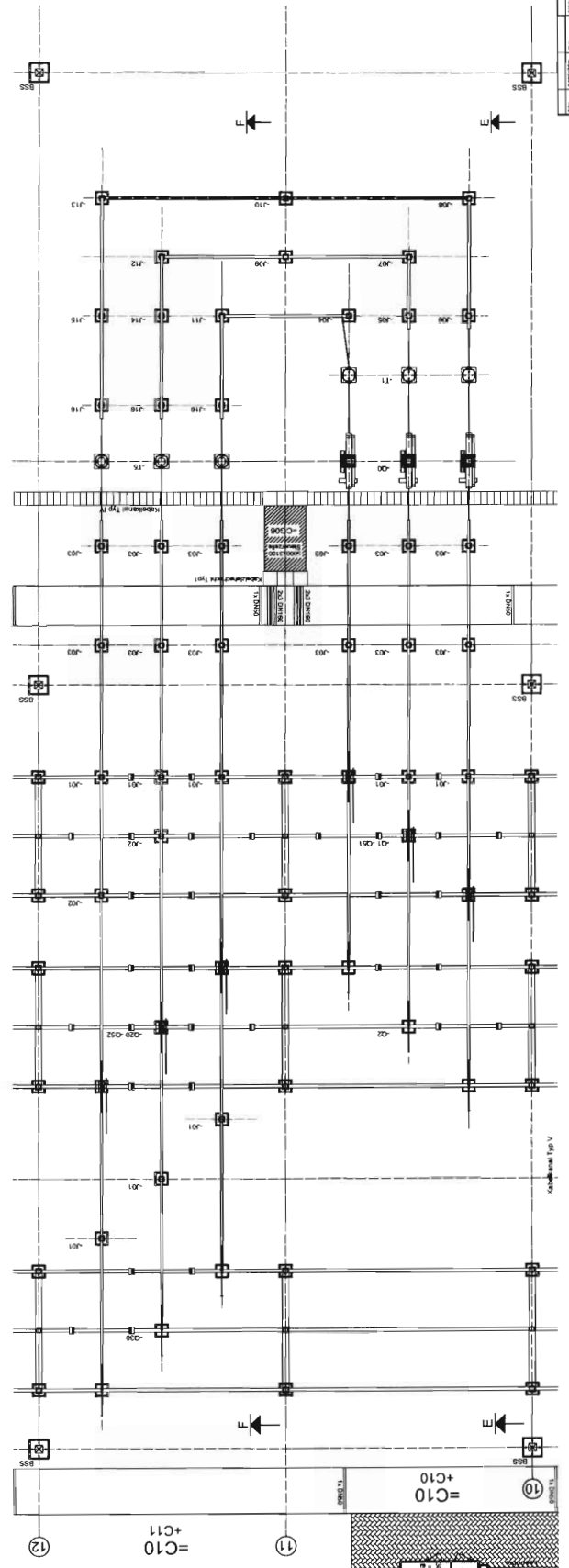
Stütz- & Brüstung	Stütz- & Brüstung	Stütz- & Brüstung	Stütz- & Brüstung	Stütz- & Brüstung
U <sub>s</sub> = 200kV	U <sub>e</sub> = 400kV	U <sub>f</sub> = 100kV	U <sub>p</sub> = 200kV	U <sub>r</sub> = 400kV
U <sub>s</sub> = 200kV	U <sub>e</sub> = 400kV	U <sub>f</sub> = 100kV	U <sub>p</sub> = 200kV	U <sub>r</sub> = 400kV
U <sub>s</sub> = 200kV	U <sub>e</sub> = 400kV	U <sub>f</sub> = 100kV	U <sub>p</sub> = 200kV	U <sub>r</sub> = 400kV
U <sub>s</sub> = 200kV	U <sub>e</sub> = 400kV	U <sub>f</sub> = 100kV	U <sub>p</sub> = 200kV	U <sub>r</sub> = 400kV



Projektname	Projekt-Nr.	Blatt-Nr.	Blatt-Zahl
2000/01	1000	01	01

Architekt: ...  
 Ingenieur: ...  
 Datum: ...









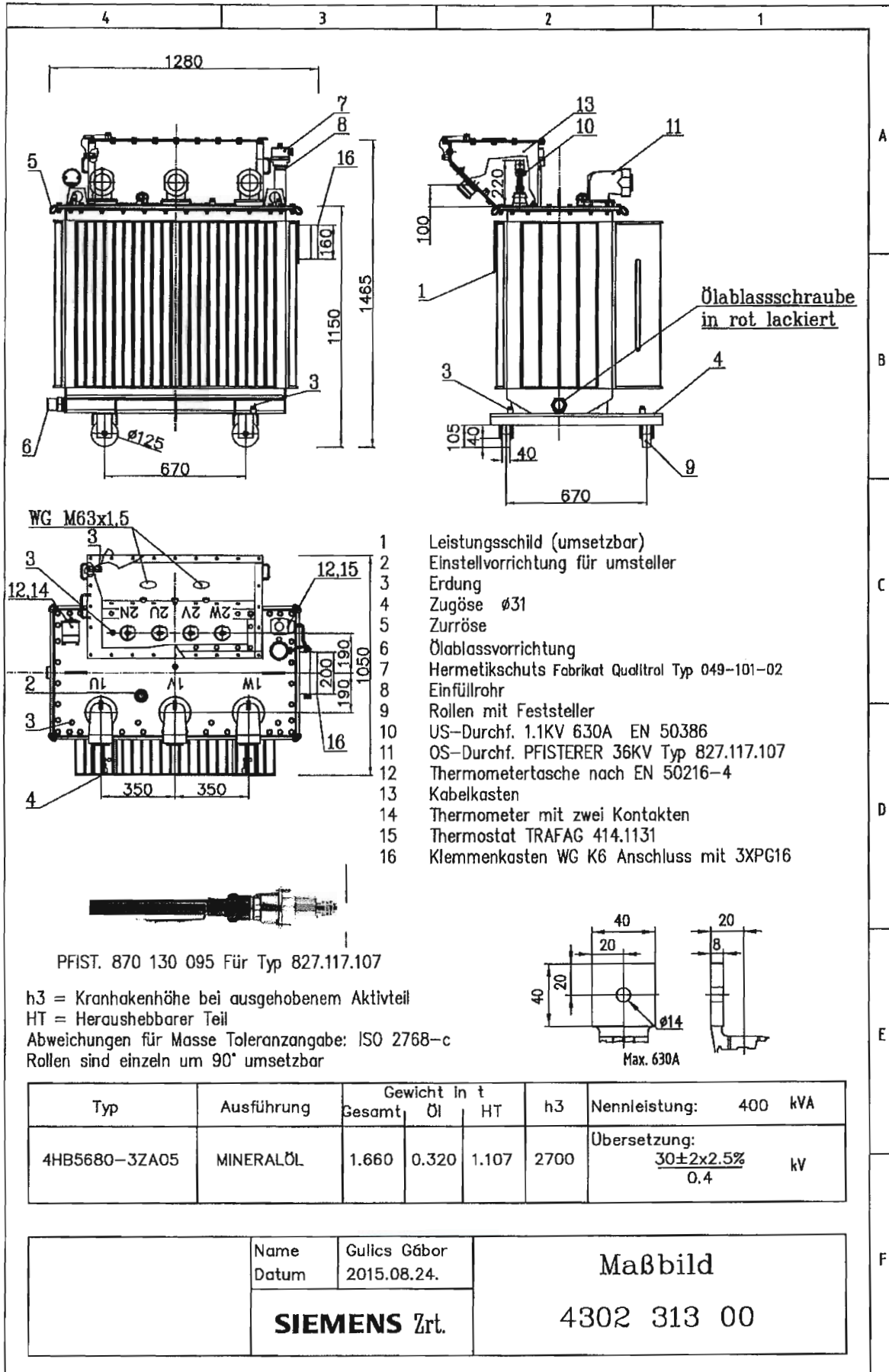








# 4.4 Maßzeichnung





# 2 Spezifikation / Technische Beschreibung

Siemens Zrt

## Technische Beschreibung

ID Nummer.: 9041116236

Art. Nr.:	4HB5680-3ZA05
Ausführung:	Drehstrom Öltransformator, in hermetisch geschlossener Ausführung für Freiluft-Aufstellung
Normen, Spezifikation:	Technische Spezifikation für den 400-kVA Eigenbedarfstransformator
Spezifikation von Kunden	EN 60076
Transformator nach	IEC 60296(03) / NYNAS NYTRO LIBRA
Öl nach / Typ	DB
Betriebsart	ONAN
Kühlungsart	40 °C
Umgebungstemperatur max.:	65 K / 60 K
Übertemp. der Wicklung / des Öls	1000 m
Aufstellungshöhe	50 Hz
Frequenz	400 kVA
Nennleistung	30000 V
Oberspannung (U1)	±2.5; ±5%
Anzapfungen	LI 170 AC 70
Isolationspegel (kV)	400 V
Unterspannung(U2)	LI - AC 3
Isolationspegel (kV)	Dyn5
Schaltgruppe	430 W +0 %
Leerlaufverluste	3850 W +0 %
Kurzschlussverluste	+0 %
Gesamtverlusttoleranz	6 % ±10 %
Kurzschlussspannung	50 dB(A)
Schalleistungspegel LW(A)	+3 dB(A)
Toleranz	Cu / Cu
Wicklungsmaterialien US / OS	
Durchführungen:	Innenkonus-Steckbuchsen, gewinkelt, Fabrikat Pfisterer, Typ 827 117
OS Seite	
107	
Schutzart	IP 44
US Seite	Messing mit Porzellandurchführung nach EN 50386
Verbindungselement	DIN 43675 630 A Form DP
Schutzart	IP 44 (mit NV-Schutzkasten)
Ca. Abmessungen	gem. Massbild
Deckelhöhe	1150 mm
Abstand zwischen den Rollen (E)	670 mm
Gesamtgewicht / Ölgewicht	1660 kg / 320 kg
Korrosionsschutz	
Art	Feuerverzinkt und Lackiert + Innenbeschichtung: weiß (RAL 9002)
(Beschichtungsdicke 35 µm)	
Farbe RAL..., Dicke	RAL 7033, 70+140 µ
Kesselkonstruktion	hermetisch geschlossen, mit Wellenwand
Zubehöre:	2 st. Thermometertasche nach EN 50216-4
	Thermometer mit zwei Kontakten
Ölablassventil	A22, DIN 42551 in Rot lackiert
Anschlusskasten	NV-Schutzkasten IP44 für 2 Kabel NYY-J 4x185 mm <sup>2</sup>
Umsteller	Der Umsteller für die Anzapfungen auf dem Deckel darf nur in spannungsfreiem Zustand betätigt werden.
Rollen	d125 , 4 Stk. Rollen über das Fahrgestell am Trafo befestigt, Trafo geliefert auf Holzbalken
In Einfüllrohr	Hermetikschutz, Fabrikat Qualitrol, Typ 049-100
Weitere Zubehöre	
	Wärmewächter, Fabrikat Eberle & Co Typ TRAFAG
	3 Stk. Pfisterer-Stecker 850 130 095 (für 95 mm <sup>2</sup> )
Dokumentation:	Deutsch
Maßbild	4302 313 00
Prüfungen:	
Stückprüfung	VDE 0532
Verpackung	ohne

2015.06.18